

UNIVERSITÉ DE GENÈVE — FACULTÉ DES SCIENCES

LABORATOIRE DE MINÉRALOGIE — Professeur : M. GYSIN

LES GISEMENTS D'OR
DE LA
RÉGION DE SAINT-YRIEIX
(Haute-Vienne, France)

THÈSE

présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève

pour l'obtention du grade de Docteur ès sciences

géologiques et minéralogiques

par

Pieter Hero SEVENSMA

de ROTTERDAM (Pays-Bas)

THÈSE N° 1025.

Imprimerie Eugène MEYER
GENÈVE

—
1941

UNIVERSITÉ DE GENÈVE — FACULTÉ DES SCIENCES
LABORATOIRE DE MINÉRALOGIE — Professeur : M. GYSIN

LES GISEMENTS D'OR DE LA RÉGION DE SAINT-YRIEIX (Haute-Vienne, France)

THÈSE

présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève
pour l'obtention du grade de Docteur ès sciences
géologiques et minéralogiques

par

Pieter Hero SEVENSMA

de ROTTERDAM (Pays-Bas)

THÈSE N° 1025.

Imprimerie Eugène MEYER
GENÈVE

1941

*La Faculté des Sciences, sur le préavis de
M. le Professeur M. Gysin, autorise l'impression de
la thèse présentée par M. P.-H. Sevensma, intitulée :
Les gisements d'or de la région de Saint-Yrieix
(Haute-Vienne, France), sans exprimer d'opinion
sur les propositions qui y sont énoncées.*

Genève, le 23 décembre 1940.

Le Doyen :
G. TIERCY.



LES GISEMENTS D'OR
DE LA RÉGION DE ST-YRIEIX

(Haute-Vienne, France)

A Mes Parents.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545903_0025

A V A N T - P R O P O S

Qu'il me soit permis, au début de ce travail, de remercier très sincèrement mon Maître, Monsieur le Professeur M. Gysin, de m'avoir conseillé l'étude de quelques-uns des gisements d'or du Massif Central Français, et d'avoir constamment aiguillé mes recherches vers les problèmes de la pétrographie minière. L'étude d'un domaine si vivant de la science des roches m'a procuré une grande satisfaction.

Je dois à Monsieur le Professeur L.-W. Collet la joie que m'apporte l'étude du terrain et des enseignements qui ont été pour moi un guide précieux.

Monsieur le Professeur J. Jung, à Clermont-Ferrand, et son assistant, Monsieur M. Roques, ont bien voulu m'introduire dans les délicats problèmes de la géologie du Massif Central Français. Diverses remarques de M. Roques furent pour moi des plus suggestives. Qu'ils reçoivent ici l'assurance de ma sincère reconnaissance.

Monsieur le Professeur B.-G. Escher a bien voulu mettre à ma disposition son laboratoire à Leiden, ainsi que le matériel nécessaire à l'exécution de la plupart des cartes et dessins de cette étude. Je l'en remercie tout particulièrement.

L'expression de ma plus vive gratitude va à Monsieur A. Darde, administrateur-délégué de la Compagnie Industrielle de Mines d'Or en France. Après m'avoir autorisé à entreprendre la présente étude, il a facilité mes recherches de la façon la plus aimable ; je lui suis redevable notamment d'une abondante documentation sur les gisements d'or du Limousin.

Je remercie la Compagnie Centrale de Mines et Métallurgie d'avoir bien voulu mettre à ma disposition les archives de la Mine de Cheni, et de m'avoir accordé la permission de visiter en détail les travaux souterrains de ce gisement.

J'ai eu de fréquentes discussions avec Monsieur L. Benett, ingénieur-conseil, dont les nombreux conseils m'ont aidé à approfondir des points importants de mes recherches. Je lui sais particulièrement gré de l'amitié et de la confiance qu'il m'a constamment témoignées.

Messieurs A. Mercier, L. Pellissier, G. Chaineux et A. Braud, dirigeants des exploitations que j'ai visitées, m'ont toujours assisté de leur précieux appui et ont facilité mes recherches de la façon la plus agréable. Je leur en suis très reconnaissant.

Je ne saurais passer sous silence l'aide précieuse que j'ai trouvée auprès du personnel des exploitations où j'ai travaillé. Grace à cette aide, j'ai pu effectuer mes recherches avec un minimum de difficultés. Que tous trouvent ici l'assurance de ma cordiale reconnaissance.

Je garde le meilleur souvenir de l'accueil bienveillant que m'ont toujours réservé les Institutions et Services officiels, les autorités, et les habitants du pays.

La plupart des coupes minces et sections polies de mon étude ont été préparées par Monsieur H. Collet, préparateur aux laboratoires de géologie et minéralogie de l'Université de Genève. Je le remercie particulièrement de la minutie qu'il a apportée à ce travail.

Je remercie enfin le Dr G. Rosier, le Dr P. de Kovaliv, et mes amis Pierre Pautry, Ernest Pictet et Freddy von der Weid pour l'intérêt qu'ils ont témoigné dans mes recherches ; ils ne m'ont ménagé ni critiques, ni encouragements.

Genève, novembre 1940.

Laboratoire de Minéralogie de l'Université.

P. H. SEVENSMA.

INTRODUCTION. — LES GISEMENTS D'OR FRANÇAIS.

SITUATION.

La statistique suivante montre que la France occupe une place importante parmi les pays d'Europe producteurs d'or :

	1934	1935	1936	1937	1938	1939
Suède	7673	5616	4925	6010	7282	7300
Roumanie	3468	4671	4977	5465	5004	6578
France	3157	2849	2665	2066	2717	...
Yougoslavie	2305	2445	2640	2724	2436	2224
Tchéco-Slovaquie	373	446	343	297	300	...
Allemagne	179	185	236	250	...	...
Italie	106	121	237	208	385	...
Finlande	—	144	153	125	141	...
Portugal	1	—	102	136	192	...
Europe (sans URSS)	17300	16500	16280	17300	18700	...
Monde (sans URSS)	725100	777900	859800	925900	999700	1069300

Production en kg. — ... Chiffres inconnus. — D'après « Annuaire Statistique de la S. d. N. 1939-1940 ».

L'apparition de la France sur le marché comme productrice d'or date d'une trentaine d'années; c'est en 1907 que la Société de La Bellière livrait ses premiers lingots à la Banque de France. Les principaux centres actuellement en activité figurent sur la carte ci-dessous.

Tous les gîtes d'or exploités en France sont des gisements filoniens, où l'or se trouve disséminé dans une gangue de quartz, accompagné de sulfures, comme la pyrite, le mispickel, la galène et la blende. Il n'existe ni gisement alluvionnaire, ni gisement de conglomérats aurifères anciens actuellement exploitables.

HISTORIQUE.

L'exploitation de l'or en France a débuté avant l'occupation de la Gaule par les

Romains. Ce fait a été reconnu par E. Mallard en 1867 (36). A cette époque, on connaissait depuis longtemps l'existence de nombreuses excavations d'une forme en général allongée, tant dans certains terrains granitiques du Massif Central que dans ceux du Massif armoricain. On avait d'abord admis qu'il s'agissait là d'anciens travaux de fortifications. Mallard a mis en évidence que ces fosses étaient des vestiges d'anciennes exploitations minières; il a signalé la plupart des anciennes fouilles connues aujourd'hui dans le Limousin, en supposant qu'elles représentaient les vestiges d'exploitations aurifères dont St-Yrieix aurait été le centre. Il a noté qu'en 1856 déjà, on a découvert de l'or disséminé en particules invisibles, mais décelables par lavage, dans le gisement stannifère de Vaulry.

En 1892, Esparseil signala la présence du métal précieux dans la Montagne Noire.



Fig. 1. — Situation des principales exploitations aurifères en France. — Echelle 1 : 14.000.000

Mine du Châtelet.

En 1898, un affleurement d'un filon pyriteux fut découvert près de la gare de Bude-lière (Creuse) lors de la construction de la ligne de chemin de fer de Montluçon à Eygurande. On reconnut des teneurs en or très intéressantes (jusqu'à 72 gr/t) dans cet affleurement en 1902, et en 1908, la concession du Châtelet fut accordée en cet endroit. Avec une production annuelle longtemps voisine de 450 kg, ce gisement a été l'un des plus importants de la France (14 bis).

Mine de La Lucette.

En 1903, des analyses faites sur des quartz de la mine de stibine de La Lucette (Mayenne), longtemps une des principales productrices d'antimoine, montrèrent que ce quartz était aurifère. Dès lors, la mine de La Lucette a produit annuellement plusieurs dizaines de kg d'or, jusqu'à sa fermeture il y a quelques années (14).

Mine de La Bellière.

Des prospections entreprises dès 1895 sur d'anciennes fosses gallo-romaines dans le département de Maine-et-Loire, révélèrent l'existence d'un gisement d'or intéressant près de St-Pierre-Montlimard. Ce gisement a produit environ 10 tonnes d'or au total depuis sa découverte jusqu'à nos jours (78).

Mine de Salsigne.

Ce gisement est actuellement le plus important de France en ce qui concerne sa production d'or. Il est situé à 15 km au Nord de Carcassonne (Aude), dans la Montagne Noire. Il n'y a pas de travaux gallo-romains dans cette région. Bien que la présence de l'or fût connue dès 1892, l'exploitation n'en fut entreprise de manière sérieuse qu'à partir de 1924. Le gisement produit annuellement 1600 kg d'or, 3700 kg d'argent, 200 tonnes de cuivre, 8 à 10 tonnes de bismuth et 8000 tonnes d'acide arsénieux (32).

Centre du Fraissinet.

Ce centre, encore peu important, se trouve dans le Gard, entre le Vigan et Pont l'Hérault.

EXPLOITATION GALLO-ROMAINE.

Les Gaulois et les Romains ont souvent effectué des travaux souterrains importants, ainsi que l'on a pu s'en rendre compte dans plusieurs exploitations modernes.

Les Anciens commençaient par creuser une excavation à ciel ouvert sur un affleurement de teneur intéressante, tout en reportant les haldes sur les bords de la fosse ainsi formée ; ces haldes, ou *cavaliers*, contiennent souvent encore des débris du minerai exploité. Si l'affleurement était démuné d'intérêt, les anciens mineurs arrêtaient leurs travaux après deux ou trois mètres, mais lorsque le minerai était bon, ils descendaient le long des zones richement minéralisées, jusqu'à ce que le découvert devint excessif. Ils passaient alors à l'exploitation souterraine, en traçant dans le minerai des galeries en direction à partir desquelles ils dépilaient les zones riches par chambres de dimensions variables. Entre les divers dépilages ils laissaient des stots de protection dont l'importance variait avec la puissance du remplissage filonien. Les piliers de minerai pauvre ou stérile étaient abandonnés. La section des galeries est celle d'une poire dont la pointe est dirigée en bas. Cette forme de galerie (*galerie étrusque*) est propre aux peuples celtiques, ce qui dénote que l'exploitation de l'or a débuté avant l'arrivée des Romains.

L'abatage du minerai était effectué par la méthode au feu, comme en témoignent encore le dépôt de suie et la présence de débris de bois à moitié consumés dans certains des anciens dépilages. On ne trouve pas de travaux au stérile ; ainsi, la forme des dépilages gallo-romains correspond exactement à la forme des colonnes de minerai riche.

Les Anciens descendaient jusqu'en dessous du niveau hydrostatique ; pour l'exhaure ils utilisaient des vis d'Archimède d'environ 30 cm de diamètre ; un de ces instruments, retrouvé près de Beaune (Haute-Vienne), était taillé dans du bois de châtaignier et mesurait 8 m de long, quoiqu'il ne fût pas complet. Dans le Limousin, où le niveau hydrostatique se trouve rarement à plus de 10 mètres de profondeur, les anciens travaux ne descendent pas en dessous de 55 m de profondeur. Dans d'autres contrées, notamment au Portugal, on connaît des gisements d'or où les Anciens sont descendus jusqu'à une profondeur de 120 m, sans toutefois dépasser le niveau hydrostatique de plus de 20 m. L'évacuation du minerai se faisait à dos d'homme.

Quant au traitement, nous en savons peu de choses. Il devait suivre de très près l'abatage, car les Anciens n'exploitaient guère que les parties riches. Il est probable qu'un nouvel abatage n'était commencé que si le résultat du traitement du minerai précédemment abattu était satisfaisant. Les Anciens ne recherchaient d'ailleurs que le minerai à or libre, le seul qui ne fût pas réfractaire à leurs méthodes de traitement. Dans la région du Châtelet, où le minerai consiste en pyrites aurifères dans lesquelles l'or est invisible même à des grossissements de 1000 fois, il n'existe aucune fouille gallo-romaine. Il en est de même à Salsigne, où l'or se trouve dans un minerai riche en chalcopyrite.

Aujourd'hui, la présence des anciennes fosses est un des seuls indices permettant de localiser les zones minéralisées. Comme les anciens mineurs évitaient les travaux au stérile, la disposition des fosses gallo-romaines traduit très exactement l'allure des gisements à leur intersection avec la surface topographique (*fig. 8, page 35*). Mais du fait que le minerai a souvent été exploité jusqu'à une profondeur de 55 m, l'existence des fosses rend fréquemment nécessaires des travaux coûteux pour établir les caractéristiques des gîtes dans le plan vertical.

Cette ancienne industrie de l'or était importante ; Strabon et Diodore de Sicile la mentionnent dans leurs écrits et nous savons par Pline l'Ancien que les Romains extrayaient annuellement environ 20.000 livres d'or en Gaule. Dans ses Commentaires, Jules César cite Bituitus, chef des Arvernes, qui jetait l'or à pleines mains aux fêtes de Nîmes. L'épithète des Romains, *Gallia aurifera*, semble donc justifiée.

AUTRES TÉMOINS DE L'INDUSTRIE DE L'OR.

Durant le moyen-âge, et jusqu'à nos jours, l'industrie de l'or ne s'est guère maintenue avec la même intensité en France. Les orpailleurs exploitaient des alluvions le long de certains cours d'eau, mais il ne semble pas que l'exploitation des gîtes primaires ait été d'importance. Divers auteurs citent des exploitations aurifères, souvent aussi argentifères, par exemple près de Beaucaire et d'Anduze, dans le Gard, et en Bretagne. Mais des indications précises sur la nature de ces exploitations manquent.

A part les fosses, les seuls témoins de l'extraction de l'or par les Anciens sont certains noms locaux, comme l'Aurière, l'Aurières, Aurerie, Coulaure, etc., noms qui abondent dans la région de St-Yrieix.

La tradition du travail de l'or s'est surtout maintenue dans le Limousin par l'école d'orfèverie de Limoges, la plus renommée en France dès le VI^{ème} siècle ; il suffit de rappeler le nom de St-Eloi, dont le maître fut Abbon de Limoges.

LES GISEMENTS DE LA RÉGION DE ST-YRIEIX.

Les remarques précédentes font apparaître l'intérêt que présente en France l'exploitation de l'or. Ainsi que l'a montré Mallard, cette industrie semble avoir eu dans l'antiquité un développement particulièrement intense dans la région de St-Yrieix, et c'est dans cette même région que les recherches pour or ont repris vers 1910 au voisinage d'anciens travaux gallo-romains. Les concessions suivantes y ont été attribuées pour or et mispickels aurifères entre 1912 et 1923 (*fig. 2 et fig. 10*).

	SUPERFICIE	DATE DE L'ATTRIBUTION
Concession de l'Aurières (4)	280 ha	2 avril 1912
» » Lacaud (7)	258 ha	20 février 1913
» » Cheni (2)	406 ha	21 février 1913
» » Nouzilleras (3)	290 ha	21 février 1913
» » Champvert (11)	383 ha	13 août 1913
» » La Fagassière (8)	325 ha	4 février 1914
» » Moissac (10)	297 ha	8 juillet 1914
» » Drouly-La Tournerie (9)	525 ha	1 ^{er} janvier 1921
» » Lecuras (5)	315 ha	12 janvier 1921
» » Legendre (6)	476 ha	16 avril 1923
» » Tindeix (1)	340 ha	—

Il existe encore d'autres concessions dans la Haute-Vienne et les départements limitrophes, notamment *Beaune* (10 km NNE de Limoges), 354 ha, *Beaugiraud*, 274 ha et

La Petite Faye (Creuse), 324 ha, pour or; *Les Biards* (au SE de St-Yrieix), 805 ha, pour antimoine et métaux connexes; *Puy-les-Vignes* (20 km E de Limoges), 1.108 ha, du 23 avril 1862 pour wolfram; *Vaulry et Cieux* (30 km NW de Limoges), 7.412 ha, du 23 novembre 1867 pour étain et wolfram.

Dans d'autres recherches, on n'a rencontré que de très faibles minéralisations, comme à *Banèche*, à *Morterolle* et *Bessines*, à *Bessassade* et *Millemilange*, à *Maranas* et à *Brau*.

Aujourd'hui, deux gisements sont exploités dans la région de St-Yrieix. A 8 km au Nord-Ouest de cette localité se trouve le gisement de *Cheni*, produisant annuellement environ 400 kg d'or. L'autre centre d'exploitation est situé à 10 km au Nord-Est de St-Yrieix, dans la concession de *La Fagassière*. A cet endroit, on exploite le filon des Gareillas, dont la production annuelle est voisine de 50 kg d'or.

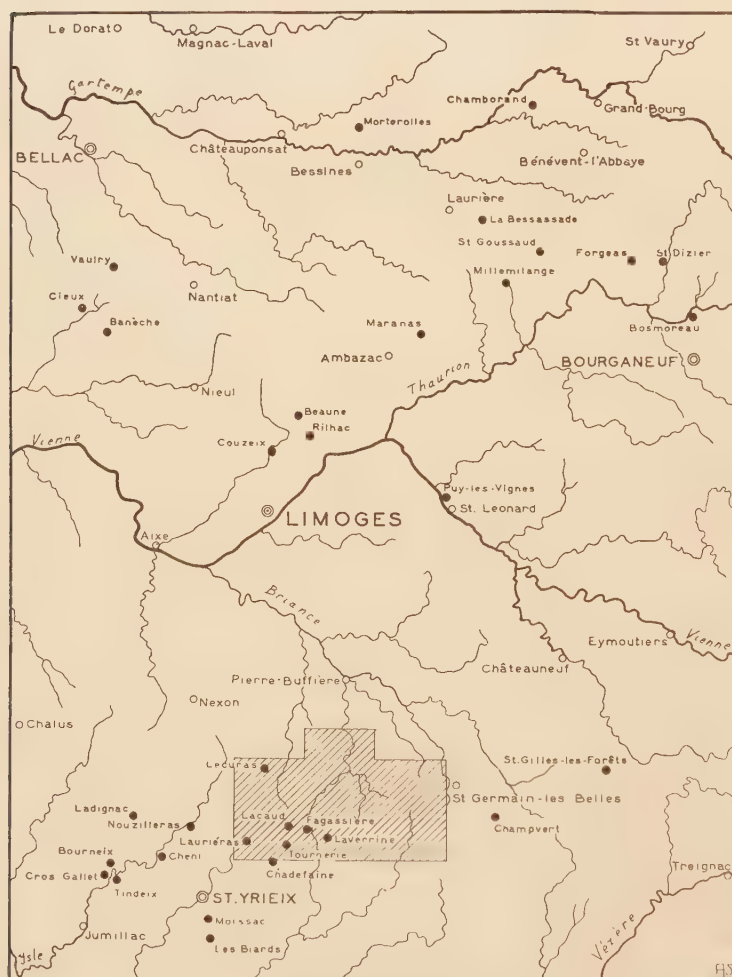


Fig. 2. — Carte des principales recherches pour or (points noirs) dans le Limousin. Echelle 1 : 700.000. La partie hachurée est celle que nous avons cartographiée (fig. 7).

CHAPITRE PREMIER

APERÇU SUR LA GÉOLOGIE DU MASSIF CENTRAL FRANÇAIS

I. TERRAINS ANCIENS

La détermination de l'âge du métamorphisme des schistes cristallins du Massif Central est délicate, car on connaît très peu de passages latéraux des terrains métamorphisés à des terrains sédimentaires d'âge connu. En 1908, Alb. Michel-Lévy a montré que le Dévonien et le Dinantien du Morvan ont été métamorphisés par des granites (39, 40, 41). Récemment, Roques (68) a découvert des calcaires à entroques dans des schistes peu métamorphiques près de Genis (Dordogne); l'âge de ces calcaires n'a encore pu être précisé. Ce sont les premiers terrains fossilifères trouvés dans les schistes cristallins du Massif Central.

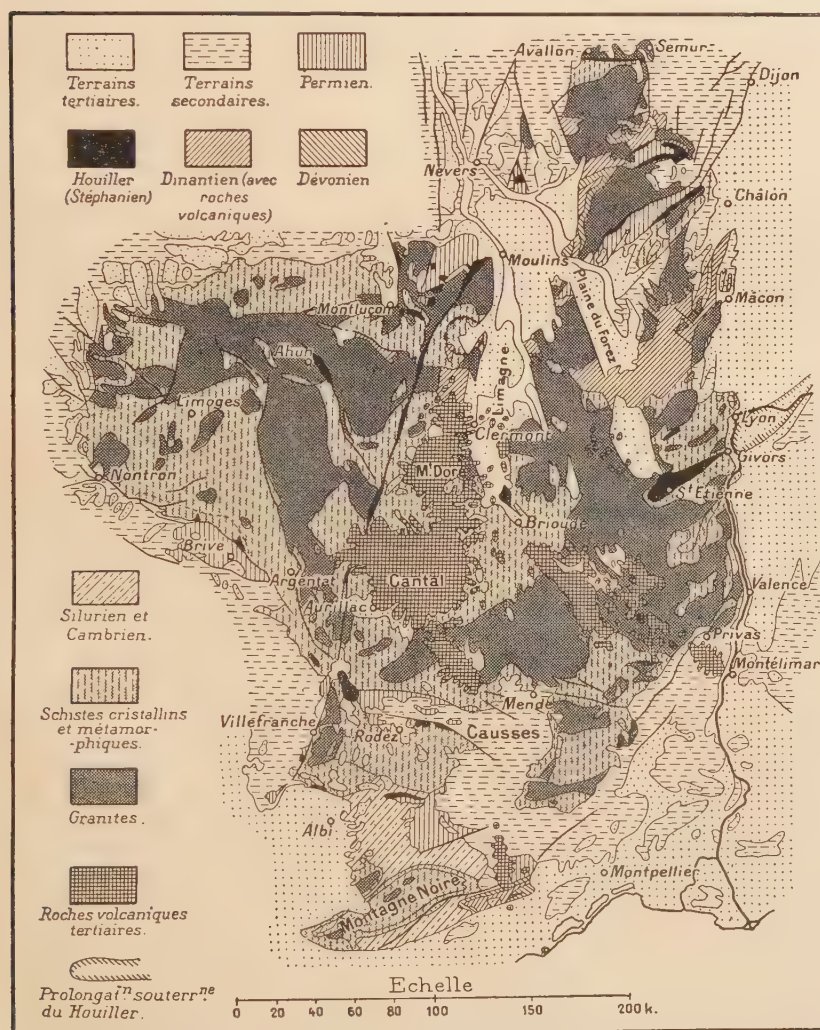


Fig. 3. — Carte géologique du Massif Central Français. Extraite de L. Bertrand, Les grandes régions géologiques du sol français (2). Echelle 1 : 3.850.000.

LES SCHISTES CRISTALLINS

Les gneiss du Massif Central sont surtout des paragneiss dont la schistosité marque à peu près la stratigraphie primitive (Mouret, 43). Jung et Roques, dans un travail récent (24), ont précisé la nature pétrographique des schistes cristallins du Massif, en distinguant les termes produits par un métamorphisme de tension sans apports pneumatolitiques de ceux dont le métamorphisme a été accompagné de pneumatolyse. Les premiers, les *ectinites*, peuvent être divisées en para- et ortho-*ectinites*, qui, à leur tour, seront subdivisées d'après la composition chimique de la roche originelle. Les seconds forment le groupe des *migmatites*, dont la répartition est en relations étroites avec le problème des intrusions granitiques.

Jung et Roques subdivisent les *ectinites*, d'après l'intensité du métamorphisme

me, en quatre zones de profondeur, soit en micaschistes supérieurs et inférieurs, et en gneiss supérieurs et inférieurs ; à la base de ces groupes, on trouverait la zone d'anatexie différentielle, où la partie la plus fusible de la roche a passé à l'état de solution dans laquelle baignent les parties moins fusibles.

D'après les définitions de Jung et Roques, les migmatites (migma = mélange) sont formées de deux parties : la *roche-trame*, constituée par une ectinite de la série précédente, et un *apport* de solution quartzo-feldspathique dont le mode d'association avec la roche trame varie, tant en fonction de la constitution de cette dernière, qu'en fonction de la distance à la source dont l'apport émane. Les auteurs distinguent trois séries principales de migmatites : au sommet, les *diadysites* (diadusis = pénétration à travers), où le magma recoupe en filons et petits massifs les ectinites ; les *embréchites* (embrechein = imbiber), qui sont des roches injectées où le développement des feldspaths se fait soit lit par lit, soit de manière œillée ; enfin à la base, les *anatexites* (anatexis = fusion), dans lesquelles l'orientation des micas disparaît peu à peu, et qui passent au granite d'anatexie.

Lorsque le magma profond monte dans la série des ectinites, la limite de l'intrusion profonde est marquée par ce que Jung et Roques appellent le *front des migmatites*. Suivant la zone de profondeur à laquelle appartiennent les ectinites envahies, le faciès des migmatites qui en résultent pourra varier.

Au travers du Massif Central, le front des migmatites s'abaisse progressivement dans les diverses zones d'isométamorphisme du Sud au Nord, comme le montre la figure 4, due à Jung, Roques et Richard (25).

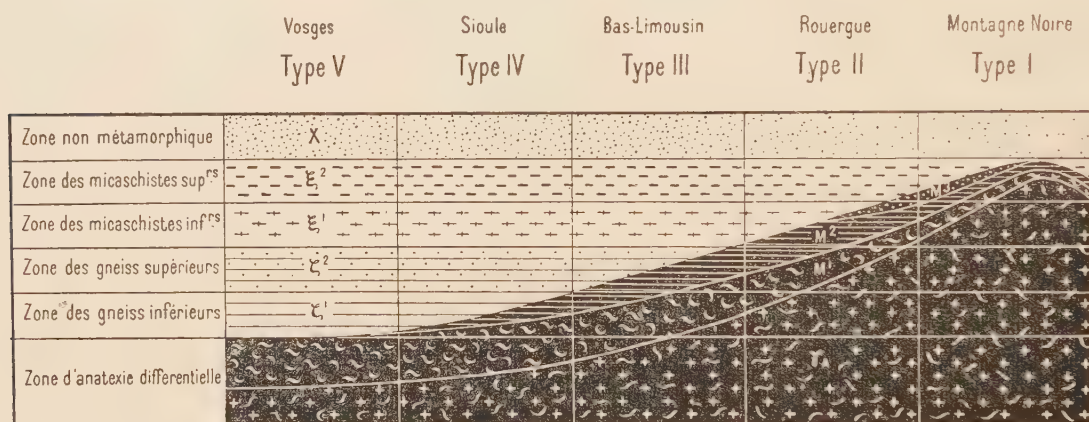


Fig. 4. — Les cinq types de série cristallophyllienne, d'après Jung, Roques et Richard, Les schistes cristallins du Massif Central (25). Migmatites : M³, diadysites. M², embréchites. M¹, anatexites. γA, granite d'anatexie.

Quant à l'épaisseur des zones d'isométamorphisme, Jung donne les chiffres suivants, relevés dans le Bas-Limousin :

Couverture non métamorphique	=	4000 m
Micaschistes supérieurs	=	3000 m
» inférieurs	=	3000 m
Gneiss. supérieurs	=	4000 m
» inférieurs	=	6000 m
Total	=	20.000 m

Si l'on tient compte d'un degré géothermique de 3° par 100 m, la base de la série se trouverait à une température d'environ 600° C, ce qui est précisément la température à laquelle, sous certaines conditions de pression, une partie des constituants du granite

commence à fondre. Jung admet par conséquent que la zone d'anatexie différentielle est la « zone de départ » des magmas générateurs des migmatites.

Enfin, Jung et Roques pensent que le métamorphisme général de roches en schistes cristallins comme ceux du Massif Central est lié à une sédimentation compréhensive et géosynclinale pendant de très longues durées.

Cette classification est pratique sur le terrain et offre l'avantage de tenir compte aussi bien de la composition originelle de la roche que de l'intensité et du mode de métamorphisme. Elle permet de grouper les termes de même origine, mais dont l'aspect macroscopique peut varier, ce qui est le cas des « gneiss granitiques et granulitiques », des « granulites et granites gneissiques », des « leptynites granitiques » etc. des anciens auteurs.

LES GRANITES.

Jung, Roques et Richard ont également précisé le problème des granites (25). Ils distinguent des granites en relations directes avec le métamorphisme général et le front des migmatites, et des granites ayant fait intrusion longtemps après le métamorphisme ; ils considèrent les subdivisions suivantes :

A. Granites congénères des Gneiss.

I. Granites batholitiques.

1. Batholites d'anatexie, ou autochtones.
2. Batholites normaux, ou intrusifs.

II. Granites extravasés.

3. En gisements discordants, ou chonolites.
4. En gisements concordants, ou laccolites.
5. Granulites d'injection syncinématiques.

B. Granites postérieurs au Métamorphisme.

Jung rattache au métamorphisme général la plupart des granites à mica blanc, ou granulites, dont on trouve des gisements considérables dans les Monts de la Marche, le Plateau de Millevaches et le Limousin. Il admet cependant que les granulites ont un caractère nettement tardif par rapport aux autres granites congénères des gneiss, et qu'elles représentent la dernière phase du métamorphisme. Les granites postérieurs au métamorphisme comprennent divers types de granites carbonifères (21, 39, 40).

L'ensemble du processus de métamorphisme général se placerait dans la vieille orogénèse anté-hercynienne. Dans la Montagne Noire, Jung a pu assigner avec certitude un âge post-cambrien au métamorphisme général.

Si l'accord règne entre la plupart des auteurs sur l'existence de massifs importants de granite anté-hercynien dans le Massif Central, le problème des granulites est très discuté. De Launay (30) envisage deux stades de granulite, tous deux postérieurs au métamorphisme général, l'un anté-dinantien, l'autre westphalien. Alb. Michel-Lévy admet que des granulites sont parfois en relation avec la mise en place de granite normal postérieur au métamorphisme général. Raguin (62) et Demay pensent que les granulites sont indépendantes de granites normaux, et corrélatives d'importants mouvements hercyniens.

En résumé, on peut considérer comme certain que la majorité des schistes cristallins du Massif Central est due à un métamorphisme général antéhercynien. Ce métamorphisme a été accompagné de vastes intrusions granitiques de divers types. Lors des mouvements hercyniens, de nouvelles venues granitiques ont envahi les terrains anciens, les métamorphisant parfois par

contact ou par injection. D'importantes venues de granulites paraissent en rapport soit avec les mouvements de cette époque, soit avec le métamorphisme général. Les limites des intrusions granitiques antéhercyniennes et hercyniennes n'ont pas encore pu être déterminées avec certitude.

2. PÉRIODE PERMO-CARBONIFÈRE

Les dépôts permo-carbonifères du Massif Central comprennent du Dinantien, du Stéphanien (le houiller productif) et de l'Autunien ; le Westphalien fait entièrement défaut (*fig. 3*).

LES INTRUSIONS DINANTIENNES.

Le Dinantien comprend d'importants dépôts de tufs volcaniques et de grès concordants sur le Dévonien. Des roches éruptives les traversent et se retrouvent sous forme de galets dans le Carbonifère supérieur, comme certains microgranites avec des minerais d'antimoine connexes (29). De Launay (28) a démontré que le volcanisme dinantien s'est continué jusque dans le Stéphanien. On en trouve aujourd'hui les traces sous forme de dykes de roches variées, allant de microgranites fréquemment accompagnés de filons de quartz à stibine, à des porphyrites et kersantites, en passant par des orthophyres et des albitophyres. C'est surtout dans la Creuse et dans le Puy-de-Dôme que ces phénomènes sont nets et abondants.

D'importantes intrusions granitiques se sont d'autre part produites au Dinantien. Dans la partie Est du massif de Guéret, Demay (10) a montré la liaison entre des granites, des microgranites et des rhyolites dinantiennes. Il en conclut qu'en cette région des éruptions aréales ont dû se produire au Viséen, mais cette opinion est encore controversée (18, 25, 62, 75). Jung (21, 23) décrit une succession de granites dinantiens dans l'Est du Massif Central, sur l'âge desquels aucun doute ne subsiste ; les uns ont fait intrusion au Tournaisien, les autres au Viséen.

L'étagé dinantien est donc caractérisé par une forte activité magmatique, aussi bien en profondeur qu'en surface. D'importants mouvements orogéniques ont débuté à cette époque pour se continuer à travers tout le Westphalien.

L'OROGENÈSE WESTPHALIENNE.

Cette orogenèse a produit des effets fort différents d'une partie du Massif Central à l'autre. Dans la région sud-orientale, Demay (5) a décrit une série de nappes westphaliennes suivies d'intrusions de granulites. Le charriage s'est effectué en direction du Sud-Est, et l'ensemble de ces formations est recouvert par le Stéphanien.

Les parties occidentale et médiane du Massif sont caractérisées d'une part par un développement considérable des gneiss, d'autre part par l'intrusion de grandes masses de granite westphalien. Ces deux éléments sont séparés par des surfaces de contact anormal jalonnées par de puissantes mylonites (*fig. 3*). La plus importante de ces lignes est la *Zone broyée d'Argentat*, de direction NNW¹), longue d'environ 200 km, qui sépare les granites et granulites du Plateau de Millevaches des gneiss du Limousin. Raguin (61) admet que cette zone est la surface de charriage des gneiss du Limousin venant de l'Ouest sur la zone granitique de Millevaches. Le même auteur note le développement de venues éruptives, comme de granites, de microgranites et de venues hydrothermales, en relation avec la Zone broyée d'Argentat, et nettement postérieures à celle-ci ; il rattache à ces venues la plupart des granulites.

Le Westphalien a donc été pour le Massif Central une époque de mouvements orogéniques importants, comprenant la formation de nappes et l'intrusion de granites parmi lesquels les granulites semblent avoir joué un rôle primordial.

¹) Nous désignerons toutes les directions par leur orientation par rapport au Nord, soit NNW à la place de NNW-SSE, etc.

LE STÉPHANIEN.

Les dépôts stéphaniens reposent essentiellement sur des témoins mylonitiques des nappes westphaliennes (71). Raguin (61) pense que le massif cristallin présentait l'aspect d'une pénéplaine, déjà au début de l'époque stéphaniennne, et qu'une période d'érosion complète sépare par conséquent les deux paroxysmes orogéniques hercyniens dans le Massif Central. Le principal alignement de dépôts stéphaniens est formé par le *Grand Sillon Houiller*, qui traverse tout le Massif depuis Villefranche-de-Rouergue jusque près de Moulins, en direction NNE (fig. 3). D'autres bassins sont répartis çà et là selon les directions armoricaine et varisque.

Le Stéphalien débute en général par des conglomérats, qui sont parfois aurifères, comme ceux de la vallée du Gardon (Gard). Le faciès des dépôts est un faciès d'eau douce et de marécages, et la grande épaisseur des sédiments montre que les bassins étaient en affaissement continu et ont joué le rôle de petits géosynclinaux.

LA DEUXIÈME PHASE OROGÉNIQUE HERCYNIENNE.

A l'Autunien, où les faciès deviennent lagunaires, l'effondrement des bassins stéphaniens s'est poursuivi et l'épaisseur totale des étages stéphalien et autunien, concordants, dépasse plusieurs milliers de mètres.

La deuxième phase orogénique hercynienne a été beaucoup moins importante que la première. Elle a produit une forte compression des zones géosynclinales stéphaniennes, mais ce n'est que sur la bordure orientale du Massif Central que des charriages locaux ont eu lieu. On trouve dans l'Autunien des filons et coulées de porphyrites micacées et amphiboliques, notamment à Autun et près de Rive-de-Gier. Léon Bertrand (2) mentionne des venues hydrothermales entre le Permien et le Lias, ayant produit des quartz avec barytine, galène et mispickel. Dans le Beaujolais, ces phénomènes seraient d'âge triasique ; dans le Morvan, ils affectent même le Sinémurien.

3. TEMPS SECONDAIRES ET TERTIAIRES

Les terrains sédimentaires secondaires et tertiaires sont confinés dans les plaines de la Limagne et du Forez ; quelques débris d'une couverture secondaire subsistent dans le Morvan, le Charollais et le Beaujolais. On trouve en outre à la surface des terrains anciens des *chailles*, ou silex, caractéristiques de certains étages du Jurassique, mais la limite des transgressions et régressions secondaires n'a jamais pu être tracée exactement, et on ne sait si l'immersion du Massif Central durant le Secondaire a été totale à certains moments.

Au Tertiaire, le contrecoup des poussées alpines s'est fait fortement sentir dans le Massif Central ; ainsi, la couverture triasico-jurassique du Beaujolais et du Charollais a été ondulée en larges voûtes à clefs effondrées, et, tout au travers du Massif, des fractures ont rejoué. L'ancien Sillon Houiller a été réoccupé à l'Oligocène ; à son extrémité Sud, la faille de Villefranche-de-Rouergue, de direction NNE, fait buter les terrains jurassiques du Quercy contre les schistes cristallins et granites du Rouergue. Dans le détroit secondaire du Poitou, les anciennes fractures hercyniennes ont rejoué, et sur toute la bordure Nord-Est du Bassin de l'Aquitaine ce phénomène est visible. Rappelons que la surrection de la région cévenole, mise en évidence par l'encaissement des méandres de la plupart des cours d'eau, a eu lieu au Tertiaire également.

Nous ne nous arrêtons pas à l'affaissement oligocène des Bassins de la Limagne et du Forez, ni au volcanisme tertiaire et quaternaire. L'affaissement de la Limagne est considérable : près de Clermont-Ferrand, un sondage a retrouvé les terrains cristallins à 1153 m de profondeur. Notons aussi que certains auteurs assignent un âge tertiaire à une partie des filons de plomb-zinc du Massif Central (Michel, 38).

Les mouvements alpins ont donc produit le rejeu des anciennes fractures hercyniennes ; la tectonique alpine s'est en quelque sorte modelée sur la tectonique hercynienne, mais la forme de l'ancien canevas tectonique nous échappe encore dans le cas du volcanisme et de l'affaissement de la Limagne et du Forez.

4. RÉSUMÉ

Nous pouvons résumer en un court tableau les données essentielles de ce chapitre.

PHASE OROGÈNIQUE	AGE	EFFETS
Alpine.	Tertiaire.	3. Affaissements de la Limagne et du Forez. 2. Volcanisme important. 1. Rejeu d'anciennes fractures.
Hercynienne II.	Permien.	3. Ecrasements réduits. 2. Charriages locaux. 1. Compression des bassins stéphanien.
Hercynienne I.	Westphalien.	4. Intrusions de granites et granulites. 3. Surfaces de charriages importantes (Zone broyée d'Argentat) et nombreuses fractures accessoires. 2. Nappes gneissiques 1. Métamorphisme géosynclinal local.
	Dinantien.	Activités intrusives et éruptives.
Anté-hercynienne.	Silurien ?	3. Cortège de granites injectés. 2. Granites et gneiss d'anatexie. 1. Métamorphisme général.

CHAPITRE II

GEOLOGIE DE LA REGION DE ST-YRIEIX

I. GÉNÉRALITÉS

SITUATION DU DISTRICT AURIFÈRE.

St-Yrieix est situé sur le versant Sud-Ouest du Massif Central, dans une région de plateaux dont l'altitude est comprise entre 280 et 550 m. Le district aurifère s'étend à environ 30 km au Sud de Limoges, dans le département de la Haute-Vienne (*fig. 2*). Son sous-sol est constitué par des granites et par des gneiss et micaschistes faiblement plissés. D'après Jung et Roques (25), ces roches seraient des gneiss supérieurs atteints par le front des migmatites.

St-Yrieix se trouve dans une zone où il tombe annuellement 1 m à 1 m 20 de pluie (77). L'humidité et le relief peu accusé sont les causes d'une forte décomposition des roches et d'une végétation intense. De ce fait, les affleurements sont rares. Les roches sont décomposées en une sorte d'arène, appelée *tuf* dans le pays, qui peut former une couche ayant plus de 10 m d'épaisseur. Ces arènes sont très perméables à l'eau et en même temps très compactes, la roche inaltérée étant pratiquement imperméable. Aussi, le niveau hydrostatique se trouve-t-il à une profondeur faible, variant en général entre 3 et 15 m.

Le relief est vieux, mais rajeuni en bordure par les mouvements orogéniques récents. Dans notre région, les sources jaillissent dans de nombreux bas-fonds marécageux situés entre des collines aux formes arrondies. Les ruisselets, très abondants, se réunissent en des ruisseaux au cours tantôt calme, tantôt impétueux, alimentant de nombreux étangs artificiels. Le centre de notre région est constitué par le massif gneissique du Puy-de-Bar, dont les flancs sont couverts par la Forêt de Fayat, et qui forme la ligne de partage entre les eaux de la Vienne, coulant au Nord-Ouest, et celles de la Dordogne, coulant au Sud-Ouest. Plus à l'Ouest, cette séparation des

eaux se continue par la Forêt des Cars. Ces forêts, dont l'altitude est voisine de 500 m, dominent nettement la région de bois, champs et pâtures qui les entourent. Le tout forme les derniers contreforts occidentaux des Monts du Limousin.

Les ruisseaux se réunissent assez rapidement pour former des cours d'eau encaissés, au cours rapide et à larges méandres, qui sont caractéristiques du rajeunissement du relief, comme la Boucheuse, la Loue, l'Isle et la Briance.

La végétation comprend des forêts et taillis très étendus de châtaigniers et de chênes et des landes incultes. Le sol est pauvre en chaux et très peu fertile. L'élevage et une polyculture typique constituent, à côté du bois, les ressources principales du pays.

Du fait de la rareté de bons affleurements, la cartographie se heurte à certaines difficultés et les seuls indices de minéralisation, ou à peu près, sont constitués par les anciennes fosses gallo-romaines. L'extension des forêts, les bas-fonds marécageux et la disposition des prés et des champs en bocage, sont d'autre part autant de facteurs qui rendent malaisée la prospection des gisements d'or du Limousin.

ETUDES ANTÉRIEURES.

D'après Leverrier (35), la région qui nous intéresse est formée d'un ensemble largement plissé de gneiss, de granulites gneissiques, de leptynites, de gneiss granulitiques et granitiques et de micaschistes, le tout renfermant des intercalations d'amphibolites et des amas de serpentines.

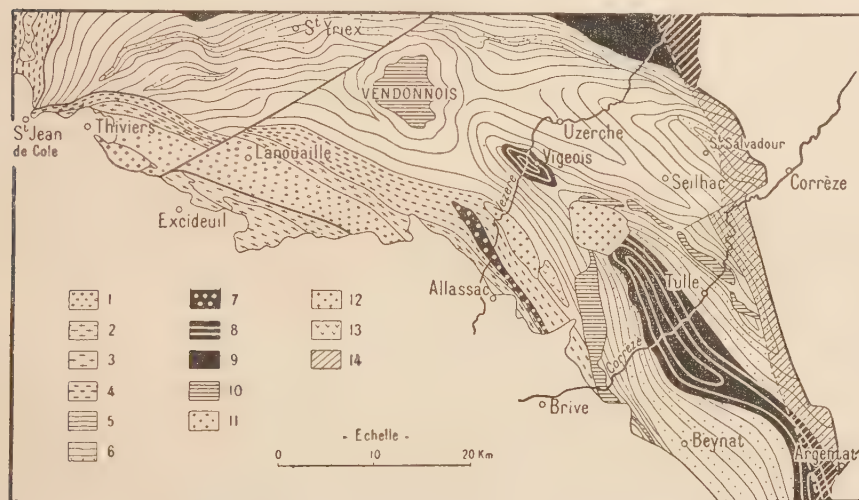


Fig. 5. — Carte géologique du Bas-Limousin au Sud de St-Yrieix, d'après Jung, Roques et Richard (25). Echelle 1 : 800.000.

Voir annotations en fin de volume.

de métamorphisme granitique. Le « faciès granitique » consisterait en la présence d'innombrables filons, filonnets et petits amas d'aplite, de pegmatite et de quartz, parfois de porphyres quartzifères et de porphyrites, auréolant les massifs de granite. Bien qu'il ait signalé des phénomènes de contact intéressants (50), l'auteur n'a pas précisé la nature pétrographique et géologique des divers granites.

Pour Gandillot (16), on ne peut maintenir, après analyse microscopique, les distinctions établies par Leverrier entre les leptynites et les gneiss au Sud de Limoges. Il signale que les granites, qui paraissent très hétérogènes macroscopiquement, se révèlent beaucoup plus homogènes au microscope. Pour les microgranulites de Leverrier, il propose le nom de *microgranites*, ces roches étant particulièrement riches en biotite, et il remplace les micaschistes de divers types par des gneiss, car le feldspath est un élément constant et abondant dans ces roches.

D'après Raguin (61), les gneiss du Limousin forment un ensemble dont les termes ont des faciès très variés, sans qu'il soit possible de faire une stratigraphie. Le plus répandu serait

Cet ensemble serait recoupé par de puissants filons de granulite et par quelques dykes de microgranulites; il reposerait sur un substratum de granite. L'auteur a noté quelques pointements de porphyrites micacées et des filons de quartz. Observons que Leverrier ne donne pas de définition pétrographique précise de la plupart des termes qu'il utilise.

Mouret (47) décrit la partie méridionale de notre district comme appartenant à une zone

un gneiss à biotite comparable au gneiss à cordiérite d'Aubusson. Ces gneiss seraient concordants sur de nombreux petits massifs de granite en forme de coupôles, et la mise en place de ces derniers serait contemporaine du métamorphisme des gneiss. Pour Raguin, les granulites seraient postérieures au métamorphisme général et au granite, ce qui résulte de leur disposition au sein soit des gneiss soit des granites en amas bien délimités, de forme capricieuse, ou plus ou moins allongés comme des filons.

Jung, Roques et Richard enfin (25) situent la région de St-Yrieix dans la zone des gneiss supérieurs (*fig. 5*). Cette zone comprendrait à la base un étage de leptynites et amphibolites, au sommet un étage de gneiss à deux micas et amphibolites. Des migmatites indéterminées apparaîtraient au Nord-Est et au Nord-Ouest de St-Yrieix, et toute la région s'étendant au Nord de cette localité serait coupée par de nombreuses failles en compartiments ayant joué les uns par rapport aux autres. Selon les mêmes auteurs, les granulites ne seraient pas d'âge carbonifère, mais elles marqueraient la fin du cycle plutonique anté-dinantien.

En résumé, si tous les auteurs qui ont étudié la région au Sud de Limoges indiquent que les terrains sont formés de gneiss à faciès assez variés, associés à des granites, des divergences d'opinion subsistent quant au mode d'association des gneiss avec les granites et quant à l'âge des granulites. Les récents travaux pétrographiques de Gandillot, de Jung et de Roques, effectués dans des régions voisines de la nôtre, ont démontré que les gneiss forment un ensemble beaucoup plus homogène que ne le supposaient les anciens auteurs.

Eu égard à ces considérations, il nous a paru indiqué d'abandonner momentanément l'ancienne nomenclature de Leverrier, pour définir les principaux termes par leurs caractéristiques pétrographiques. Nous avons envisagé notre terrain comme un ensemble comprenant d'une part des ectinites variées dont il convient d'étudier l'orientation, et d'autre part des intrusions de divers types dont il s'agit de déterminer la succession. Une fois ce premier cadre établi, nous chercherons à y fixer la place qui revient à la minéralisation aurifère, et nous étudierons les réseaux de fractures affectant cet ensemble de terrains.

2. DESCRIPTION DES ROCHES

LES SCHISTES CRISTALLINS.

1. **Le gneiss à biotite** est la roche la plus répandue dans notre district (*fig. 7*). Ses affleurements se rencontrent surtout près des sommets arrondis des nombreuses collines de la région, où l'on trouve fréquemment de petites carrières dont le matériel extrait sert à l'empierrement des routes et à la construction. Les flancs du Puy-de-Bar sont constitués par des accumulations de puissants blocs de ce gneiss. Son aspect est très variable: on trouve tantôt des variétés très schisteuses, riches en mica noir, tantôt des variétés très compactes, presque sans biotite, où il est impossible de distinguer la schistosité; il existe tous les types intermédiaires. Sur le terrain, il est souvent très difficile de séparer le gneiss à biotite compact des termes granitiques, c'est-à-dire injectés, surtout lorsqu'on est en présence d'affleurements de roches décomposées. Nous avons parfois rencontré des variétés entièrement dépourvues de mica, et de ce fait blanches. D'autres fois, nous avons trouvé des lentilles contenant de la magnétite, ou des bancs renfermant des concentrations locales de cristaux de hornblende mesurant jusqu'à 5 mm de diamètre. Ces variétés ne constituent néanmoins que des particularités locales.

La cassure du gneiss à biotite est jaune aux affleurements et rose dans les travaux de fond.

Au microscope, les différentes variétés de ce gneiss présentent un ensemble de caractères constants définissant parfaitement bien la roche; il est hors de doute que les gneiss à biotite constituent un ensemble homogène de roches.

La texture est toujours granoblastique, tantôt à tendance grenue, tantôt à tendance schisteuse. Le feldspath et le quartz forment toujours des inclusions mutuelles caractéristiques.

Le quartz est relativement abondant; il forme le 30 à 40 % - volume de la roche. Sa structure est en général cataclastique et les grains sont indentés les uns dans les autres. Dans les feldspaths, il forme des inclusions arrondies mesurant de 0,05 à 0,1 mm.

Les feldspaths alcalins sont représentés par du microcline, qui forme entre 10 et 25 % - volume de la roche ; il est toujours présent.

Le plagioclase est une oligoclase dont la composition, variable, oscille autour de 16 % d'An. Les valeurs extrêmes que nous avons mesurées sont 9 et 23 %. La macle de l'albite est générale, celle de la péricline est rare. La proportion d'oligoclase est variable d'un échantillon à l'autre, mais atteint souvent 50 %.

La biotite est toujours d'un vert brunâtre très fortement pléochroïque (n_g vert foncé ; n_p vert très clair plus ou moins brunâtre). Sa proportion varie beaucoup d'un échantillon à l'autre ; la dimension des lamelles aussi. Elle renferme quelquefois des inclusions de zircon et ses lamelles peuvent être partiellement ou totalement chloritisées.

Les éléments accessoires sont rares. On trouve surtout l'apatite, le zircon et la magnétite ; plus rarement la chlorite, l'épidote et le grenat almandin rose.

Ces caractères sont les mêmes partout au travers de notre région ; il est clair que nous avons affaire à un ensemble de gneiss homogène, dans lequel il est vain de chercher des subdivisions.

2. Des gneiss à hornblende sont étroitement associés au gneiss à biotite. On les trouve en bancs et lentilles de dimensions variables, entre quelques cm et quelques m de puissance, inclus dans le gneiss à biotite parallèlement à sa schistosité. Nous avons aussi rencontré des gneiss bigarrés, où des couches de quelques cm d'épaisseur de gneiss gris foncé à hornblende alternaient avec des lits roses de gneiss à biotite.

Les propriétés de ces gneiss varient beaucoup d'un échantillon à l'autre ; au microscope, nous avons pu dégager les caractéristiques suivantes :

La texture est granoblastique.

Le quartz se trouve en proportions variant entre 5 et 40 %. Il forme en général des inclusions arrondies dans les autres composants ; s'il est abondant, il forme des plages cataclastiques et allongées.

Le plagioclase est une andésine renfermant 30 à 40 % d'An et formant environ le 50 % de la roche ; la macle de l'albite est générale, celle de la péricline rare. La teneur en chaux est directement proportionnelle à l'abondance de l'amphibole.

La hornblende est toujours vert foncé et très fortement pléochroïque ; ses cristaux ont des contours déchiquetés et irréguliers. Lorsque la hornblende est altérée, de la chlorite se développe suivant les plans de clivage, tandis que la masse restante est remplacée par un agrégat de calcite et de séricite.

La biotite est en proportions très variables (entre 0 et 10 %). Elle est toujours fortement pléochroïque, la teinte selon n_p étant vert olive, selon n_g vert gris foncé. Elle s'altère parfois en un mélange de chlorite et de fines lamelles qui nous ont paru être de l'oligiste. La biotite s'associe de préférence à la hornblende, avec laquelle elle forme des agrégats.

Parmi les éléments accessoires, le sphène est abondant ; on trouve encore un peu d'épidote secondaire, de l'apatite ou du zircon.

3. Leptynites. — Le gneiss à biotite peut passer à des variétés plus riches en quartz, pauvres en biotite et dépourvues de microcline. Ces variétés se rencontrent en bancs bien délimités, durs, et s'altérant difficilement. Macroscopiquement, elles paraissent correspondre à la leptynite définie par Mouret (47) et Jung (24). Au microscope, on voit que ces roches ont une texture grano- à lépidoblastique, et qu'elles sont formées de 50 à 60 % - volume de quartz, le reste étant constitué par une oligoclase contenant 10 à 20 % d'An. La biotite, qui est rare, se développe en fines lamelles brunes et fortement pléochroïques. Dans certains bancs, nous avons rencontré du grenat, dans d'autres de la hornblende ; dans ce dernier cas, le plagioclase devenait plus basique et passait à une andésine à 35 ou 40 % d'An. Cette roche se distingue donc des gneiss à biotite surtout par ses gisements en bancs, par la forte proportion de quartz dépassant 50 %, par l'absence de microcline et la rareté du mica noir. Ces caractères sont secondaires et la leptynite est à considérer, dans notre région, comme une simple variété des gneiss à biotite.

Dans la région du Puy-de-Bar, cette roche est rare ; elle se rencontre surtout dans la partie méridionale de notre district. Un affleurement typique se trouve dans une petite carrière située à l'Ouest de l'intersection de la route G.C. 57 avec le ruisseau alimentant l'Etang de Marsaguet, à 4 km au Sud de Violezeix. La faille NNE passant dans la concession de La Fagassière affleure dans la même carrière.

4. **Amphibolites.** — Nous avons désigné sous ce nom les variétés franchement schisteuses des roches à amphibole. Dans la région du Puy-de-Bar, ces roches sont rares et ne se présentent qu'en petites lentilles mesurant de 1 à 10 m de longueur, avec une puissance de 10 à 200 cm. Vers St-Germain-les-Belles, l'importance des amphibolites augmente et on en trouve de puissantes lentilles.

Ces roches se présentent en lentilles très schisteuses, noires, dont la décomposition fournit une terre rouge. Sous le microscope, elles ont une texture nématoblastique. L'amphibole est une hornblende verte plus ou moins pléochroïque et formant toujours plus du 60 % de la roche. Le plagioclase est une andésine dont la teneur en An varie suivant les échantillons entre 35 et 53 %, la moyenne étant 44 % ; elle est maclée selon l'albite.

Comme éléments variables, on rencontre l'épidote, qui peut constituer jusqu'à 10 % de la roche, parfois de la biotite brune fortement pléochroïque, enfin du quartz en petits grains arrondis.

Le principal élément accessoire est le sphène ; parfois il y a un peu de pyrite. Le zircon est rare.

5. **Gneiss à deux micas.** — Dans les parties Nord et Est de notre région apparaissent des gneiss schisteux, stratigraphiquement situés au-dessus des gneiss à biotite. Ils s'en distinguent facilement par leur allure schisteuse ; sur le terrain, on est souvent tenté d'appliquer le nom de micaschiste ou de chloritoschiste. Dès l'apparition de ces gneiss, les croupes et mamelons du terrain s'arrondissent encore, et les affleurements se font de plus en plus rares. Le microscope révèle de suite la nature gneissique de ces roches, qui contiennent 10 à 30 % de plagioclase. Leur texture est lépidoblastique.

Le quartz est en général abondant, en grains fins et dentelés constituant entre 30 et 60 % de la roche.

L'oligoclase, renfermant entre 10 et 20 % d'An, forme des plages régulières, moulées par le quartz et les phyllites. Elle est maclée selon l'albite ; la macle de la péricline est rare.

Parmi les phyllites prédomine une chlorite très claire, provenant de la décomposition de la biotite, dont elle contient presque toujours encore des fragments bien délimités. Au microscope, cette chlorite a une teinte vert clair sale, une biréfringence variable suivant le degré de décomposition, une réfringence assez forte et une extinction droite et positive. Dans certains échantillons, surtout ceux provenant de la base de la série, la biotite est restée intacte. Dans d'autres, la muscovite devient très abondante, par exemple dans les gneiss schisteux situés au voisinage d'intrusions granitiques et présentant les caractères d'un gneiss injecté lit par lit par des solutions quartzo-feldspathiques, notamment près de Vicq, et dans le gisement de Cheni.

Les minéraux accessoires des gneiss à deux micas sont l'apatite, le zircon et le grenat.

Dans l'ensemble de ces gneiss, on rencontre des bancs de leptynites, d'amphibolites et parfois de gneiss à biotite. La puissance de ces bancs n'est en général pas très importante. Dans la région de St-Germain-les-Belles toutefois, les amphibolites se développent en bancs et lentilles puissantes.

La limite entre les gneiss à deux micas et les gneiss à biotite n'est pas toujours nette et des bancs de l'un apparaissent souvent dans l'autre au voisinage du contact réel ; on rencontre aussi des lentilles de gneiss à deux micas dans les gneiss à biotite, comme à Violezeix.

6. **Serpentines.** — De puissants amas de serpentines traversent le district du Puy-de-Bar. Ces roches sont interstratifiées dans les gneiss, et leur schistosité, faiblement marquée, est toujours parallèle à celle de la roche encaissante. Chaque amas de serpentine est limité à son toit par des amphibolites d'un genre particulier, qui, à l'œil nu, présentent un aspect de gneiss vert tacheté.

Au microscope, ces roches sont formées d'agrégats de petits cristaux d'une hornblende vert-claire, faiblement pléochroïque, présentant tantôt les caractères d'une hornblende claire, tantôt ceux de la pargasite. Les caractères de cette pargasite sont les suivants :

Teinte: rosée ou verdâtre ; *pléochroïsme* très faible.

Réfringence: voisine de 1,65.

Biréfringence: $n_g - n_p = 0,022$. $n_g - n_m = 0,013$. $n_m - n_p = 0,009$.

Signe optique: $\perp$ $2V = 80^\circ$.

Extinction maximum: 17 à 21° dans la zone d'allongement.

Les agrégats de hornblende sont cimentés par du labrador contenant de 45 à 55 % d'An. La texture de l'ensemble est tantôt granoblastique, tantôt nématoblastique.

La serpentine comprend deux variétés principales.

La première est noire, compacte et presque exclusivement formée de plages concentriques de chrysotile en fibres à extinction droite et positive, parcourues par des veinules d'oxydes de fer. Cette variété affleure notamment au Nord-Est de Chavagnac (éch. 630).

La deuxième variété a un aspect grumeleux et irrégulier. Elle est formée d'un mélange complexe de serpentine et de chlorites (éch. 669). Les chlorites forment des agrégats de lamelles vert-clair, très faiblement pléochroïques, à extinction onduleuse mal définie. Leur biréfringence est de l'ordre de 0,012. Il s'agit en l'occurrence d'une sorte de clinochlore. Les plages de chlorite sont noyées dans une masse formée d'un mélange de lamelles de bastite à allongement négatif et d'agrégats de chrysotile à allongement positif. On observe en outre des plages formées de restes d'amphibole noyés dans une masse chloriteuse. Le tout est parcouru par des veinules de magnétite. Cette serpentine représente probablement le produit d'altération d'une roche formée d'un périclase, d'un pyroxène et d'un peu d'amphibole.

Cette dernière variété de serpentine contient parfois des veines d'amiante-chrysotile dans ses parties broyées, comme dans l'amas de La Roche-l'Abeille, où nous avons pu récolter des plaquages d'amiante dont les fibres mesuraient jusqu'à 20 cm de longueur.

Les amas de serpentine forment des crêtes dénudées où seules les bruyères et les fougères trouvent quelque nourriture.

7. Termes particuliers — Nous avons rencontré dans notre terrain différentes roches particulières, dont la position et le rôle nous échappent. Nous nous contenterons d'en signaler les plus typiques.

a) *Grenatite de Mas-Brunet*. — L'affleurement, qui se trouve dans un bois à 2 km au Nord-Est de La Roche-l'Abeille, près du point 424, est formé par un amoncellement de blocs extrêmement durs d'une roche bleu-grisâtre ; il est situé dans le prolongement de l'amas de serpentine.

Au microscope, la roche est formée d'environ 40 % de grenats almandins roses dont le diamètre est très constant et voisin de 0,2 mm. Les grenats sont enrobés dans une masse plus ou moins fibro-radiée d'aiguilles très fines d'actinote passant à des plages et filets d'ouralite. Cette masse provient de la décomposition d'un pyroxène vert pâle, probablement le diopside, dont subsistent quelques restes. Il y a en outre quelques plages formées de séricite et de biotite ; comme élément accessoire, on trouve un minéral opaque indéterminable. Il s'agit vraisemblablement d'une roche de contact.

b) *Gneiss à diopside de La Bellaudie*. — L'affleurement, très petit, se trouve en dessous de la ferme de La Bellaudie, à 3 km à l'Est de La Roche-l'Abeille. Il comprend quelques blocs d'une roche vert clair qui, au microscope, montre une texture plus ou moins granoblastique. Cette roche est formée pour 60 % d'une andésine basique en grains assez réguliers, et pour le reste de diopside vert clair en prismes courts marquant la schistosité. Il y a quelques restes de hornblende verte, et comme élément accessoire de petits fuseaux de sphène. Ce gneiss à diopside est encaissé dans les gneiss à biotite.

8. En résumé, la charpente de notre région est formée d'un ensemble d'ectinites fort banales, comprenant à la base des gneiss à biotite et au sommet des gneiss à deux micas. Ces

roches contiennent des intercalations de gneiss à hornblende, d'amphibolites, de serpentines et de quelques roches particulières, comme la grenatite et le gneiss à diopside.

D'après Jung et Roques (20, 24, 25), nous nous trouvons dans une zone de gneiss supérieurs. Nos observations ont confirmé cette manière de voir. Les gneiss à biotite, avec intercalations de gneiss à hornblende, correspondent à la base de cette zone, qui est formée plus au Sud de leptynites et d'amphibolites. Les gneiss à biotite constituent en somme la variété gneissique des leptynites, auxquelles ils semblent passer latéralement dans la partie Sud de notre région. Les gneiss à deux micas forment le sommet de la zone des gneiss supérieurs.

Les subdivisions de Leverrier (35) ne peuvent être maintenues dans notre région, notamment en ce qui concerne ses gneiss granulitiques et granulites gneissiques, gneiss micaschisteux, leptynites granitiques, etc. L'étude pétrographique a démontré que toutes les variétés de gneiss acides rencontrées dans notre région peuvent être rapportées à deux gneiss-types, dont nous pouvons résumer les caractéristiques comme suit :

	Gneiss à biotite.	Gneiss à deux micas.
Texture.	Granoblastique.	Lépidoblastique.
Quartz.	30 à 40 % - volume. Grains indentés. Inclusions mutuelles de quartz-feldspath.	30 à 60 % - volume. Grains fins, plages allongées.
Oligoclase.	Composition moyenne : 16 % An (entre 9 et 23 %). 30 à 60 % - volume.	Composition moyenne : 16 % An (entre 10 et 20 %). 10 à 30 % - volume.
Microcline.	10 à 25 % - volume.	—
Biotite.	Vert brunâtre. Abondance variable.	Partiellement transformée en chlorite claire. Abondante.
Muscovite.	—	Proportions variables.
Éléments accessoires.	Apatite. Epidote. Zircon. Magnétite. Grenat.	Apatite. Zircon. Grenat.
Zones de Jung.	Leptynites et amphibolites. Base des gneiss supérieurs.	Gneiss à deux micas. Sommet des gneiss supérieurs.

LES ROCHES ERUPTIVES.

Dans le complexe d'ectinites que nous venons de définir, nous avons pu localiser des granites, des diorites et des roches filoniennes.

1. Granites et diorites. — On rencontre dans le gneiss à biotite des roches à structure grenue et présentant des caractères de roches éruptives, comme par exemple l'altération en boules. Ce phénomène est très net près de Violezeix, en bordure de la route en abordant le hameau de l'Ouest. Un peu à l'Ouest de Vicq, sur la route de Nouaillas, on observe un contact entre une roche éruptive décomposée et des gneiss à deux micas ; la première recoupe la schistosité des seconds et des enclaves de gneiss se trouvent dans le matériel éruptif. Plus loin, à l'endroit où la route descend dans un vallon à 1500 m à l'Ouest de Vicq, les gneiss à deux micas ont été injectés.

La décomposition profonde des terrains ne permet pas d'étudier le phénomène en détail. Macroscopiquement il est très net : entre les feuillets micacés de gneiss très schisteux pénètrent des filonnets de quelques millimètres d'épaisseur de solutions quartzo-feldspathiques. Ces filonnets sont concordants avec la schistosité, et leur structure devient parfois glanduleuse. Le gneiss injecté n'a pas été plissé : c'est une *embréchite*.

a) *Les granites*. — Dans quelques cas, de petits massifs granitiques percent les gneiss à la façon de petits batholites bien délimités, notamment dans la région de Chadeleine-l'Aurières, où le granite forme des éminences arrondies au milieu des gneiss. Le point 466, à 1,5 km à l'Est de Chadeleine, se trouve au sommet d'une de ces petites collines granitiques à contours nets. Une petite carrière au sommet permet d'étudier la roche de près.

Dans la région du Puy-de-Bar, on trouve des filonnets aplitiques et pegmatitiques dans les gneiss, sans qu'il soit possible de déterminer la forme de ces injections.

En dehors de la région couverte par nos levés, nous avons pu observer avec plus de précision quelques modes d'injection. Dans la région de Salon-la-Tour (*fig. 10*), à 20 km au Sud-Est du Puy-de-Bar, région étudiée par M. Roques qui a bien voulu nous communiquer quelques-unes de ses observations, nous avons noté la présence de filons aplitiques et granitiques recoupant les gneiss à biotite. Ces filons avaient des puissances allant de quelques cm à environ 2 m ; leur

matériel était comme soudé à la roche encaissante (*photogr. 1, pl. I*). Dans la carrière de Forsac, près de Benayes, à 12 km au Sud-Est du Puy-de-Bar, on voit un granite à contours diffus envahir les gneiss à biotite.

Dans les travaux de fond du gisement de Cheni, nous avons trouvé un exemple typique d'un granite fin pénétrant dans les leptynites et amphibolites obliquement à leur schistosité, et selon une ligne de contact sinueuse. L'ensemble est recoupé par un filon de granite pegmatitique.

La figure 6 rend compte de l'existence d'au moins deux granites différents dans les roches encaissantes du gisement de Cheni. Il est impossible de tracer les contours exacts de ces granites, qui ont pour la plupart des limites très capricieuses. Les filons sont des exceptions, et

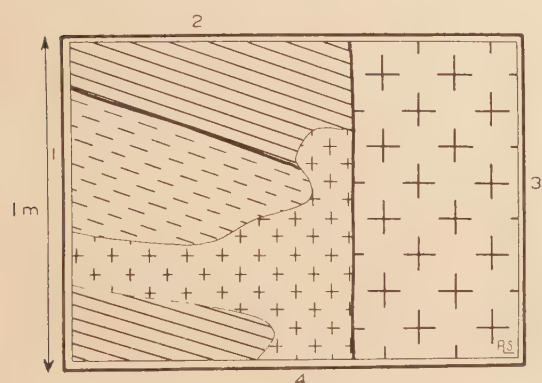


Fig. 6. — Cheni. Niveau 160. Grand travers-banc au Nord depuis le puits Gaston, à environ 8 m au Sud du barrage.

- | | |
|------------------|--------------------------|
| 1. Leptynites. | 3. Granite pegmatitique. |
| 2. Amphibolites. | 4. Granite aplitique. |

en règle générale, les granites forment de véritables petits massifs diffus, souvent sans racine, ainsi qu'on l'observe dans les travaux souterrains.

Mouret a signalé plusieurs fois des types de contact semblables, notamment à La Porcherie, près de Champvert (50).

Une roche éruptive typique de notre région est celle qui a donné lieu à la formation des amas de kaolin, dont l'exploitation était autrefois très active dans toute la contrée s'étendant de St-Yrieix par Coussac-Bonneval jusqu'à Meuzac. Aujourd'hui, la seule exploitation en activité est celle de Marcognac, à 4 km à l'Est de St-Yrieix, et à 3,5 km au Sud de Chadeleine. Dans la carrière de Marcognac, on observe de façon particulièrement nette le mode de gisement des roches pegmatitiques dont l'altération a fourni le kaolin (*photogr. 6, pl. I*). Ces roches comprennent des pegmatites formées d'oligoclase à 25 % d'An et de plus ou moins de quartz. Le faciès des pegmatites est variable ; tantôt leur grain ne mesure qu'un ou deux mm, tantôt il va jusqu'à 6 ou 8 mm et se charge d'un peu de biotite dans les parties impures. Le mode de gisement de ces roches peut être défini comme laccolitique concordant. La photographie 6 (*pl. I*) montre comment les gneiss à deux micas ont été rebroussés au contact du laccolite et comment la pegmatite a pincé un paquet de gneiss. Des filons plats, très voisins de filons-couches, sont visibles au-dessus du laccolite principal.

N° échantillon	Pro- venance	Allure du gisement	Quartz	Plagioclase	Microcline	Muscovite	Biotite	Hornblende	Accessoires	P 100 F	Q 100 L	l	Structure	Nom
626	Benayes	Filon-couche	42	(10 % An) 24	16,8	17,2	—	—	Grenat	58,8	50,5	17	Aplitique	Granite alcalin mésocrate à albite = GRANULITE
733	Chade- faine	Batholite ?	37,4	(12 %)	29,4	22,2	11	—	Grenat	57	42	11	Microperthite Q. idiomorphe	
638	L'Au- riéras	Batholite ?	36	(13 %)	30,5	23,5	8,5	1,5	Apatite Grenat	56,5	40	10	Microperthite Q. idiomorphe	
567	M. d'Am- bazac	Batholite	30	(11 %)	27,1	24	12,6	6,3	Apatite (Tourmaline Topaze)	53	37	19	Microperthite Q. idiomorphe	
Calculé	Type moyen	Batholite	34	(12 %)	29	23	11	3	Grenat Apatite Tourmaline Topaze	56	40	14	Microperthite Q. idiomorphe	
707	Gareillas III	Massif diffus discordant	35,5	34,5	30	—	—	—	Zircon	53,5	35,5	0	Grenue- pegmatitique	Granite alcalin leucocrate à albite
622	Forsac	Massif diffus discordant	30,5	(12 %)	39,5	27,5	—	2,5	—	59	31,3	3	Grenue	
760	Cheni	Massif diffus discordant	27,8	(10 %)	39,4	26,2	6,6	—	—	60	29,8	7	Grenue	
767	Salon- la-Tour	Filon discordant	23,3	(10 %)	50	26,3	—	0,4	—	65,6	23,5	0	Grenue	
Calculé	Type moyen	Massif diffus discordant	27	(11 %)	43	27	2	1	—	61	28	3	Grenue	
649	Jansailbac	?	25,8	(26 %)	47,6	19,2	—	7,4	Apatite rare	71	27,7	7	Grenue	Grano- diorite
718	Violezeix	?	23,5	(26 %)	66,7	—	—	9,8	Sphène Apatite Zircon Epidote	100	26	10	Grenue	Diorite quartz- ique
Calculé	Type moyen	?	24	(26 %)	57	10	—	9	Sphène Apatite Zircon Epidote	85	26	9	Grenue	Grano- diorite
613	Vendon- nois	Batholite congénère des gneiss ?	13,4	(45 %)	68	—	—	18,6	Magnétite Epidote	100	16,5	19	Grenue	Diorite quartz- ique
M.	Mar- cognac	Laccolite concordant	48,5	(25 %)	51,5	—	—	—	Biotite	100	48,5	0	Pegmatitique	Pegmatite à Oligoclase

b) *Les diorites*. — Au Nord et au Sud de notre région se trouvent d'importants massifs enracinés de diorite: celui de Janailhac au Nord, celui de St-Julien-le-Vendonnois au Sud. Dans le district du Puy-de-Bar, on rencontre en plusieurs points des roches semblables. Le seul petit massif présentant un certain développement est celui de Violezeix.

Le mode de contact des diorites avec la roche encaissante nous échappe; certains petits massifs éruptifs décomposés, chargés en biotite et se rapprochant des diorites, nous font supposer que ces roches forment également de petits massifs diffus, mais nous n'avons pu acquérir aucune certitude à cet égard. Un petit affleurement intéressant est celui de Bois-la-Roussie (à 150 m à l'Ouest des fermes, dans un petit chemin creux), à 5,5 km à l'Est-Sud-Est de Chadeleine.

c) *Etude au microscope*. — La décomposition des affleurements rend l'étude des roches éruptives difficile. Un certain nombre d'échantillons frais nous a néanmoins permis de tenter un essai de classification de ces roches au moyen des caractères microscopiques. Nous avons relevé les pourcentages des divers éléments à la platine d'intégration de Shand. Pour la nomenclature, nous nous sommes inspirés de quelques-uns des principes de Tröger (72, 73). Tous nos granites sont caractérisés par une forte teneur en albite-oligoclase à 11 % d'An que nous avons assimilée aux feldspaths alcalins pour la dénomination des roches. Nous avons cependant calculé en pourcents le rapport de la quantité de plagioclase à la quantité totale de feldspath ($100 \frac{P}{F}$), afin d'avoir à disposition un chiffre permettant de caractériser les divers types de granites. Pour le calcul de l'indice de coloration (I) et du rapport en pourcents du quartz à la totalité des éléments leucocrates ($100 \frac{Q}{L}$), nous avons admis que la muscovite est un élément coloré.

Nous avons calculé un type moyen pour chaque série de roches. Remarquons de suite que le résultat de ce travail peut prêter à discussion, car nous avons utilisé un nombre restreint d'échantillons, notre but n'étant que de chercher les lignes directrices pour la solution d'un problème dont l'étude complète sort du cadre du présent travail. Le tableau de la page 24 résume nos mesures.

Nous sommes en présence de deux séries nettement distinctes de granites alcalins. La première série correspond à la *granulite* des Monts d'Ambazac (fig. 2). Le plagioclase, une albite-oligoclase contenant entre 10 et 13 % d'An, forme environ la moitié de la quantité totale de feldspath, l'autre moitié étant constituée par le microcline. Les éléments colorés sont représentés surtout par la muscovite, puis par la biotite; leur proportion est toujours voisine de 15 %. Ce granite correspond par conséquent à un granite mésocrate de la classification de Tröger (73). Une troisième caractéristique est l'abondance du quartz avec 34 %; enfin, les éléments accessoires: apatite, grenat, tourmaline, topaze, démontrent une teneur en éléments volatils du magma granulitique. Dans notre région, nous n'avons pas observé la présence de la tourmaline ou de la topaze. Quant à la texture, le quartz à tendance idiomorphe et la présence de petites quantités de microperthite sont caractéristiques. Il nous a paru opportun de conserver à ce granite, bien défini par cet ensemble de caractères, le nom de *granulite*, généralement utilisé en France. Les gisements de granulite forment des batholites d'étendue variable. Dans la région de Chadeleine-l'Aurières, de petits pointements de granulite semblent représenter les cupolas d'un batholite important de cette roche existant en profondeur.

La deuxième série de *granites* est définie par une plus faible proportion de quartz (27 % au lieu de 34 %), par un indice de coloration faible et par la large prédominance d'une albite-oligoclase contenant 10 à 12 % d'An sur le microcline, dans une proportion de 43 à 27. Les éléments accessoires, représentés par un peu de zircon dans l'échantillon pegmatitique 707, sont rares. La texture est grenue, le quartz franchement xénomorphe. Enfin, les gisements forment de petits massifs diffus à contours mal définis, ou des filons aplitiques. Les gneiss injectés par ces granites ont donc un caractère nettement diadysique.

Les pegmatites en relations avec la deuxième série de granites sont de deux sortes: pegmatites à quartz et à muscovite et pegmatites à quartz et microcline avec plus ou moins d'albite-oligoclase. Dans les travaux souterrains de Cheni, on voit bien ces injections de pegmatites, dont les premières forment des filons-couches et les secondes des poches et amas.

La troisième série intrusive comprend des *granodiorites* et des *diorites quartziques*, dont la diorite quartzique de Violezeix (éch. 718) constitue le plus bel exemple dans notre terrain. Elle semble former une transition entre la granodiorite de Janailhac, contenant encore 19 % de microcline à côté d'oligoclase à 26 % d'An, et la diorite du Vendonnois, dont l'andésine renferme 45 % d'An et dont la structure est plus grossièrement grenue. Nous ne pouvons pas avancer d'hypothèse sur l'âge de la diorite dans notre région. On considère en général les massifs de Janailhac et du Vendonnois comme précambriens; Jung pense que la diorite du Vendonnois est une diorite diadysique, c'est-à-dire contemporaine des gneiss (25).

Un terme spécial est constitué par la *pegmatite à oligoclase* à 25 % d'An, que l'on rencontre en gisements laccolitiques concordants, et dont la décomposition fournit le kaolin du type de Marcognac. Cette pegmatite est formée de parties à peu près égales de quartz et d'oligoclase à 25 % d'An. Nous n'avons pas pu trouver de liaison entre ces pegmatites et les granites ou diorites précédemment décrits. Les pegmatites en liaison avec les granites alcalins du groupe 2 sont formées soit de pegmatite à microcline avec plus ou moins d'albite-oligoclase à 11 % d'An, soit de pegmatites à muscovite. Les pegmatites des granulites, que l'on trouve près de St-Yrieix, sont chargées en muscovite, feldspath alcalin et quartz. Les pegmatites à oligoclase sont certainement postérieures aux granites et diorites, vu leur mode de gisement, mais leur origine et leur âge nous échappent encore.

En résumé, nous avons pu déceler dans la région de St-Yrieix des pointements batholitiques de granulite, des massifs diffus discordants de granite, des massifs de diorite et des laccolites de pegmatite à oligoclase. Les relations d'âge entre ces divers termes nous sont encore inconnues, mais, d'après l'allure de leurs gisements, la granulite et la pegmatite à oligoclase paraissent postérieures au granite et à la diorite. Nous admettons avec Raguin (61) un âge carbonifère pour les granulites de cette partie du Limousin, tandis que les granites en massifs diffus et les diorites sont certainement congénères des gneiss, conformément à l'hypothèse de Jung (25). D'après Jung, les granites congénères des gneiss ne présenteraient un faciès diadysique que dans les micaschistes (*fig. 4*). Cependant, le faciès des injections congénères des gneiss supérieurs de notre région est indubitablement diadysique. Aussi proposons-nous d'étendre dans la figure 4 l'importance des diadysites en les faisant descendre jusque dans les gneiss supérieurs. La région située au Nord de St-Yrieix se trouve par conséquent à la limite supérieure du front des migmatites.

2. **Microgranites.** — Nous avons noté l'existence de trois traînées de microgranites. L'une se suit du lieu dit La Croix d'Hervie, à 1300 m à l'Ouest de Violezeix, jusqu'à Deveix, à 800 m au Nord-Est de Fressinet. Elle comprend plusieurs affleurements dirigés N 10° W, séparés en direction par de puissantes zones de fractures N 65° E. Il est impossible de mesurer la puissance des filons. Les affleurements consistent en gros blocs arrondis de 1 à 5 m de diamètre, dont le sommet arrive à la surface du sol; dans le pays, on appelle ces blocs des « loubes ». On les trouve parfois sur une largeur dépassant 10 m.

Une deuxième traînée se trouve dans la région de Mas-la-Ribière; elle paraît plus irrégulière que la première, mais sa direction N 10 à 15° W est nette.

Un peu à l'Ouest de Château-Chervix, il y a enfin un petit affleurement dans un champ en bordure de la route.

Il existe de puissantes traînées de microgranite orientées Nord-Est à quelques kilomètres au Sud de Limoges (35). Nous en avons prélevé des échantillons près de Chambon (61). A cet endroit, le microgranite renferme de très grands (2 cm) phénocristaux d'orthose rose, des phénocristaux de taille moyenne (5 mm) d'andésine à 37 % d'An, du quartz en cristaux corrodés et arrondis et de la biotite chloritisée, le tout dans une pâte microgrenue riche en grains arrondis de quartz associés à de l'orthose souvent maclé et des plagioclases. Il semble en outre y avoir des phénocristaux d'oligoclase-albite. Il y a un peu d'apatite comme élément accessoire.

Les types de notre région sont un peu différents, en ce sens que la pâte est plus pauvre en quartz, mais riche en biotite chloritisée; dans ce cas, sa texture est à tendance microlithique. Les plagioclases sont également formés d'andésine à 37 % d'An et le quartz se trouve en gros

cristaux corrodés ; les phénocristaux d'orthose, qui sont blancs et mesurent souvent jusqu'à 4 cm , contiennent de fines inclusions de biotite. L'élément accessoire est l'apatite, qui est parfois accompagnée d'un peu d'épidote. Dans certains échantillons, comme ceux du Fraisseix, au Sud de Mas-la-Rivière, la roche s'appauvrit en quartz et feldspath et se charge en biotite. Dans d'autres cas, les phénocristaux de quartz deviennent au contraire très abondants.

L'ensemble constitue des roches bien définies par leurs caractères pétrographiques et par leurs gisements en filons N 15° W. Il faut abandonner le nom de microgranulite utilisé par Leverrier ; ces roches sont des microgranites, comme Gandillot l'a déjà signalé au Sud de Limoges (16).

3. **Porphyrites et kersantites.** — Il existe dans notre terrain un ensemble de roches qui avaient échappé jusqu'à maintenant à l'attention des géologues. Seul Leverrier en avait rencontré deux pointements sur la feuille de Limoges. Ce sont les porphyrites et kersantites, qui forment, dans notre district, des filons verticaux dont la puissance varie entre 30 cm et 3 m. Ces roches se décomposent en une boue jaune brunâtre caractéristique. Le début de la décomposition est marqué par une desquamation de la roche en couches sphériques concentriques, dont nous avons noté un splendide exemple dans un talus frais de la route G.C. 20 à 700 m au Nord de Benayes (*photogr. 2, pl. I*). Cette particularité avait déjà été notée par de Launay (28) dans la Creuse ; elle permet de reconnaître les affleurements même dans des terrains fort décomposés.

Dans le gisement Gareillas I, la porphyrite recoupe un filon aurifère. Elle est donc postérieure à la venue aurifère. Dans la concession de Lecuras, il semble en être de même.

Nous avons pu marquer 10 affleurements sur notre carte. Nous en connaissons encore deux autres en dehors de cette surface. Il existe de plus, près du gisement Gareillas III, plusieurs petits pointements trop réduits pour être cartographiés. Les porphyrites paraissent donc avoir une certaine importance dans la région aurifère de St-Yrieix.

Par l'étude au microscope nous avons cherché à dégager les caractères communs à l'ensemble de ces roches, qui constituent sans aucun doute les termes d'une série continue. L'altération superficielle des porphyrites ne permet pas d'étudier le détail de leur composition minéralogique.

a) *Les phénocristaux* sont tous décomposés ; leur nature primitive se reconnaît au contour des plages. On trouve :

1. Des cristaux de quartz arrondis et corrodés dans les types quartzifères (éch. 482).
2. Des plages de chlorite vert tendre à lamelles entrecroisées, provenant sans aucun doute d'un pyroxène en prismes courts, probablement l'augite. On reconnaît facilement les sections prismatiques orthogonales des pyroxènes (porphyrite à augite, éch. 107).
3. Des plages formées d'un mélange de chlorite, calcite et séricite, provenant de la décomposition d'une amphibole dont on voit encore les directions de clivage à 126°.
4. Des plages de séricite souvent accompagnées de calcite, où l'on retrouve les formes de plagioclases altérés (éch. 107).
5. Des lamelles de biotite plus ou moins chloritisées suivant les échantillons. Elles sont particulièrement abondantes dans les porphyrites micacées (éch. 740).

b) *La pâte* est microlithique, et, dans la plupart des cas, essentiellement holocristalline ; la présence de petites quantités de verre est rare. Dans les termes kersantitiques, la pâte devient ophitique.

Les microlithes comprennent un feldspath indéterminable et le plus souvent séricitisé, de l'augite chloritisée et de fines lamelles de biotite en proportions relatives très variables ; il y a parfois un peu de quartz. Les éléments accessoires sont l'apatite, la magnétite et l'hématite. Les microlithes de feldspath forment quelquefois des agrégats arborescents.

Les épontes des filons de porphyrite sont irrégulières et sinueuses, comme nous avons pu nous en convaincre dans des recherches aux Gareillas. L'altération des gneiss encaissants au contact des porphyrites est pratiquement nulle. Des rognons arrondis de gneiss à biotite recueillis

au sein de la roche éruptive ne montrent qu'un faible apport de chaux sous forme de calcite ; l'oligoclase reste intacte. Nous n'avons jamais pu observer la continuité des filons, leurs affleurements n'étant visibles qu'en l'absence de végétation. Ils ne présentent aucune direction privilégiée.

Il existe par conséquent dans la région de St-Yrieix une série de roches filoniennes semblable à celle décrite par de Launay (28) dans la Creuse, et allant de microgranites jusqu'à des porphyrites et kersantites. Quoique ces intrusions soient moins nettes et moins développées que dans la Creuse, elles présentent des analogies évidentes et ont dû se produire à la même époque, c'est-à-dire au Carbonifère. Comme la venue aurifère des Gareillas est antérieure à la porphyrite et parallèle aux filons de microgranite, nous pouvons lui assigner un âge carbonifère.

En résumé, dans la région de St-Yrieix, les roches filoniennes présentent une succession *microgranite — quartz aurifère — porphyrite* d'âge carbonifère.

4. **Les filons de quartz.** — Les affleurements de quartz sont abondants et de nature très variable. En laissant de côté les quartz hyalins d'exsudation plus ou moins interstratifiés dans les gneiss, nous pouvons grouper les quartz d'après la direction des fractures qu'ils remplissent. Il existe trois directions nettement privilégiées :

1. N 30° à 40° E (Tournerie, Fagassière, Lavergne).
2. N 60° à 70° E (L'Auriéras, Fau-Marié).
3. N 10° à 20° W (Gareillas, Lacaud, La Roche-l'Abeille).

a) *Filons* N 35° E. — Cette direction est celle des fractures les plus jeunes, dont un exemple typique est constitué par la faille affleurant entre l'Etang de Marsaguet (2 km à l'Ouest de La Gabie) et les gisements des Gareillas.

Entre les travaux de Cheni et le village de La Meyze (3 km au Nord-Ouest de La Roche-l'Abeille), on trouve une zone d'écrasement NNE dont le rejet horizontal est voisin de 800 m et dont la puissance est d'environ 50 m. Le remplissage de cette zone consiste en roches broyées et fracturées, mais non mylonitisées, dans lesquelles on a rencontré de rares petites lentilles de quartz aurifère mesurant quelques dm de diamètre.

Nous avons retrouvé plusieurs failles NNE importantes dans le prolongement de failles notées par Mouret sur la feuille au 80.000ème de Tulle (46), notamment près de Meuzac et près de La Gabie.

Le pendage des fractures N 35° E est toujours très redressé.

La variété des quartz rencontrés dans les cassures NNE est grande. Les gisements de La Tournerie et de La Fagassière renferment un quartz bleuté, contenant des sulfures très fins, et, dans les zones supérieures, un peu d'or libre très fin. Les dykes de quartz de Lavaud-Lavergne sont formés d'un quartz blanc, laiteux, à éclat plus ou moins gras, ne contenant ni or, ni sulfures. A Laverrine, nous avons trouvé des veinules NNE renfermant un quartz à sulfures et à or libre en tous points semblable à celui de Gareillas III. Le gisement de Champvert contient une veine de quartz blanc richement minéralisé en or libre (40 gr/t) avec de rares sulfures. Une faille postérieure au dépôt du quartz a suivi le plan de la veine et a fortement disloqué le minerai aurifère. Une venue de galène est probablement en relations avec ce faillage.

Les caractères de cette direction de fracture peuvent se résumer comme suit : Fractures les plus jeunes renfermant parfois des lentilles de quartz à allure variable. Le quartz est en général stérile ou faiblement minéralisé en mispickel aurifère ; exceptionnellement, la minéralisation comprend de l'or libre (Champvert). Les écrasements selon cette direction sont faibles : les roches sont diaclasées, ou disloquées par paquets, mais rarement mylonitisées.

b) *Filons* N 65° E. — Dans la région de L'Auriéras, de grandes fractures très nettes ont cette orientation. Elles renferment de puissantes lentilles de quartz, dont l'une des plus importantes a été étudiée en profondeur près de L'Auriéras ; sa teneur en or était insignifiante. Une

autre est bien visible à 1 km au Nord de Deshais. Les quartz de ces lentilles sont blancs, à éclat gras, et parfois faiblement minéralisés en mispickel et pyrite aurifères comme à La Fagassière; tel est le cas à Fau-Marié (*fig. 8*). La puissance des lentilles va jusqu'à 15 m.

Ces zones de fractures sont importantes, et elles diffèrent de celles orientées N 35° E par un écrasement beaucoup plus fort. En bordure de la route G.C. 57, à 500 m à l'Est-Sud-Est de Fressinet, le remplissage d'une de ces fractures consiste en roches fortement séricitisées et mylonitisées; on peut observer le même phénomène en d'autres points encore.

Les fractures N 65° E ont un pendage redressé, et elles sont postérieures aux microgranites qu'elles rejettent; elles semblent faire partie d'une phase de mylonitisation intense, contrairement aux fractures N 35° E, qui témoignent d'un broyage assez faible.

Les gisements de kaolin, c'est-à-dire les laccolites de pegmatite à oligoclase, forment une zone orientée à peu près N 65° E entre St-Yrieix et Meuzac (*fig. 10*). Nous n'avons pas pu trouver de relations entre l'orientation des pegmatites à oligoclase et les fractures N 65° E.

Le gisement de Cheni a une direction Est-Ouest, alors que les cassures de la concession voisine de Nouzilleras ont une direction N 65° E. Les relations entre les deux directions nous échappent.

c) *Filons N 15° W.* — Ces filons sont rares dans notre district. Ils sont parallèles aux traînées de microgranite précédemment décrites. Tous les filons NNW connus contiennent des lentilles de quartz minéralisé. Aux Gareillas, le quartz est riche en sulfures aurifères: mispickel, pyrite, galène et blende avec des teneurs moyennes en or dépassant parfois 200 gr/t. A Lacaud, 500 m à l'Est de Viozeix, le quartz est blanc et renferme de l'or libre. A La Tournerie existe un grand dyke lenticulaire de quartz finement grenu et faiblement aurifère (2-4 gr/t), déjà noté par Leverrier (35). A La Roche-l'Abeille affleure un puissant dyke de quartz N 15° W, dévié par l'amas de serpentines jusqu'à N 60° W. Ce quartz, stérile en or, contient des oxydes de fer et de manganèse. Parfois, c'est une véritable brèche d'éléments quartzeux cimentés par les oxydes. Lorsque ces derniers sont délavés, il reste fréquemment un squelette en forme de nid d'abeilles de fines lamelles de quartz.

A son intersection avec la minéralisation N 65° E dans le gisement Gareillas III, la minéralisation NNW nous a paru antérieure à celle-ci (*fig. 24, page 54*). Les filons NNW sont recoupés par la porphyrite.

d) *Directions diverses.* — Quelques pointements de quartz ont une orientation différente de celles que nous venons de décrire. Près de Lamondie, à 2,4 km au Sud de Laverrine, il existe plusieurs pointements de quartz blanc, stérile, faiblement laiteux, à éclat un peu cristallin; le diamètre des affleurements dépasse certainement 30 m. Nous pouvons rapprocher cette observation de l'existence d'une sorte de « pipe » de quartz blanc dont le diamètre excède 50 m, à 5 km à l'Ouest-Sud-Ouest de Jumilhac, près de St-Paul-la-Roche. Ce « pipe » forme un dôme blanc d'une vingtaine de mètres de hauteur, exploité pour cailloutis.

En outre, nous avons trouvé près de La Maurilla un filon de quartz stérile orienté N 70° W. A côté de l'affleurement jaillit une source avec un débit important de l'ordre de 3 à 4 m³/h.

En classant les quartz d'après leur structure, nous arrivons aux types suivants:

a) *Quartz hyalin d'exsudation.* — Facilement reconnaissable à son aspect hyalin, il est parfois associé à des pegmatites roses d'exsudation, surtout dans les gneiss à biotite. Au microscope, ce quartz présente de gros grains qui s'indentent. Les extinctions sont nettes; des inclusions fines s'alignent souvent au travers de plusieurs grains.

b) *Quartz blanc, laiteux, stérile, à éclat plus ou moins gras.* — Son aspect macroscopique le caractérise parfaitement bien. Au microscope, il est formé de grandes plages de quartz cataclastique à contours irréguliers, séparés parfois les uns des autres par une masse de petits grains nettement cataclastiques.

c) *Quartz blanc, à or libre.* — Ce quartz, tantôt blanc comme à Champvert et Lacaud, tantôt bleuté, comme à Cheni, possède un aspect grenu et cristallin ; il est parfois un peu laiteux. Au microscope, ce quartz est toujours formé de deux générations de cristaux distinctes. La première génération comprend des cristaux idiomorphes, ou à tendance idiomorphe, de 0,5 à 3 mm de diamètre. La deuxième est formée de grains fins (0,05 à 0,2 mm) et irréguliers. La masse de grains fins renferme souvent de très fines lamelles de séricite et parfois quelques sulfures, à côté de l'or. Cette texture est caractéristique des quartz aurifères (*fig. 16* et *phot. 9, pl. III*).

d) *Quartz à sulfures aurifères, type Gareillas.* — Ces quartz sont blancs ou gris, plus ou moins grenus et à éclat cristallin un peu gras. Ils renferment surtout du mispickel, puis de la pyrite, de la galène et de la blende, enfin de l'or fin parfois visible.

Au microscope, ce quartz, comme le précédent, est formé de deux générations, dont la deuxième, en grains fins, cimente les gros cristaux idiomorphes de la première. Les sulfures et l'or sont toujours dispersés dans la masse finement grenue des petits cristaux, qui contient souvent en même temps de fines lamelles de séricite. Dans certains cas (*phot. 9, pl. III*), le contour des gros cristaux est particulièrement net ; quelquefois, les sulfures se sont déposés autour d'un cristal de quartz parfaitement limpide de 3 à 4 mm de diamètre. Nous verrons l'explication de cette structure lors de l'étude de la minéralisation.

e) *Quartz à sulfures aurifères, type Fagassière-Tournerie.* — Macroscopiquement, ce quartz se distingue aisément du précédent par sa teinte gris-bleu et son éclat un peu cireux qui s'accroît lorsqu'on humecte l'échantillon. S'il est minéralisé, c'est surtout en pyrite, puis en mispickel, blende et galène. Il renferme souvent des géodes, et les sulfures sont moins intimement associés au quartz que dans le type précédent. Microscopiquement, il est caractérisé par l'abondance du quartz fin, ce qui le distingue du quartz de Gareillas. Il nous a paru être un terme de passage au type suivant.

f) *Quartz fin.* — Le dyke NNW de La Tournerie est formé d'un quartz très faiblement minéralisé, de couleur gris jaune, opaque, et presque sans éclat. Au microscope, ce quartz est formé de minuscules grains xénomorphes, d'un diamètre très régulier d'environ 0,01 mm. Ce même quartz se retrouve à 1 km au Nord de Chadefaine dans une cassure NNE ; il y contient un peu de pyrite, mispickel et galène fins. Le dyke NNW de La Tournerie est lenticulaire et fortement broyé.

Ce quartz est probablement en relations avec des circulations secondaires soit montantes, soit descendantes, relativement froides.

g) *Quartz à oxydes.* — Ce type est représenté dans le dyke de La Roche-l'Abeille, où le quartz contient des oxydes de fer et de manganèse. Nous n'avons pas étudié ce quartz en détail. Certaines parties du filon sont formées de quartz finement cristallin contenant de nombreuses géodes tapissées de petites pyramides de 1 à 2 mm d'un quartz transparent. Dans les parties contenant des oxydes et hydroxydes, on trouve de véritables brèches, dont le ciment est constitué par les oxydes, et les éléments par du quartz. Tout ce matériel ne contient pas trace d'or. Le dyke forme une crête sur laquelle est située La Roche-l'Abeille.

h) *Imprégnations galénifères.* — Quelques fouilles ont été entreprises sur des imprégnations galénifères, notamment à Fargeas, à 5 km au Nord-Est de Vicq, et à Champarnaud, à 3,5 km au Nord-Nord-Est de Vicq. Dans le premier cas, nous avons trouvé dans les halles des gneiss schisteux imprégnés d'un peu de galène ; dans le deuxième cas il s'agissait de barytine rosée renfermant de grands cristaux (jusqu'à 1 cm) de galène.

i) *Tableau résumant la distribution des quartz.*

DIRECTION	CARACTÉRISTIQUES
N 15° W. Bien minéralisée.	<i>Direction des microgranites.</i> Quartz à or libre (Lacaud). Quartz à sulfures aurifères (Gareillas). Quartz fin (Tournerie). Quartz à oxydes Fe et Mn (La Roche-l'Abeille).
N 65° E. Faiblement minéralisée.	<i>Importantes zones de fractures anciennes.</i> <i>Alignement des kaolins.</i> Quartz à sulfures faiblement aurifères (L'Auriéras, Lecuras, Fau-Marié). Quartz blanc, laiteux, stérile, plus ou moins gras (1200 m au N de Deshais).
N 35° E. Très irrégulièrement minéralisée.	<i>Importantes failles récentes.</i> Quartz à sulfures aurifères (rare, Laverrine). Quartz à sulfures faiblement aurifères (La Fagassière, La Tournerie, Legendre, Laverrine, etc.). Quartz blanc, laiteux, stérile, plus ou moins gras (Lavergne). Quartz à or libre (Champvert). Quartz fin (Chadefaine).

Le gisement de Cheni, renfermant de belles veines de quartz à or libre, a une direction Est-Ouest; ses relations avec les autres fractures n'apparaissent pas.

5. **Résumé.** — De ce qui précède, nous devons retenir les faits suivants:

- Les microgranites sont recoupés par les fractures N 65° E.
- La direction NNW est toujours minéralisée.
- La veine NNW de Gareillas III est recoupée par une veine N 65° E.
- Les porphyrites recoupent les veines NNW des Gareillas, et probablement aussi la veine N 65° E de Lecuras.
- Les failles N 35° E recoupent toutes les autres formations; les gisements aurifères de cette direction paraissent souvent affectés d'un remaniement secondaire.
- Les divers types de minerai se trouvent indifféremment dans les trois directions de fracture, mais la direction NNW est la plus régulièrement minéralisée.
- Au Sud de Limoges, on trouve de puissantes traînées de microgranite orientées NNE.

La succession chronologique suivante résume cet ensemble d'observations:

- Rejeux, principalement des fractures N 35° E, avec circulations siliceuses soit stériles (La Fagassière), soit galénifères (Champvert).
- Porphyrites et kersantites.
- Minéralisation aurifère dans les cassures Nord-Est.
- Microgranites N 35° E.
- Cassures N 35° E.
- Cassures N 65° E.
- Minéralisation aurifère NNW.
- Microgranites NNW.

On pourrait émettre l'hypothèse que toute la minéralisation aurifère s'est produite *après* les microgranites NNE, et a affecté indifféremment les trois directions de cassure, mais la très nette préférence de la minéralisation pour les cassures NNW rend cette idée peu vraisemblable.

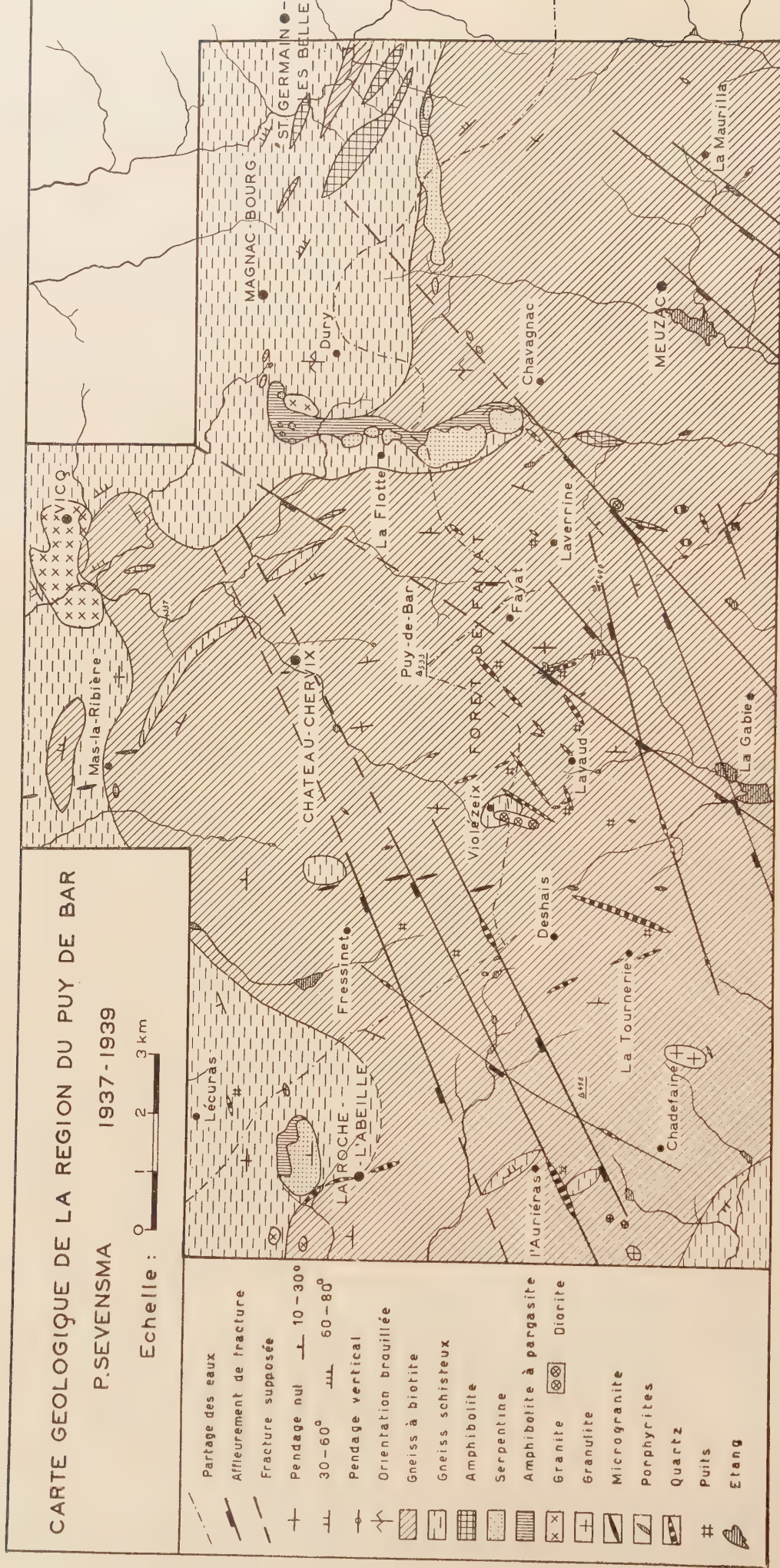


Fig. 7. — Carte géologique de la région de St-Yrieix. Echelle 1 : 100.000. — Note : A la place de « gneiss schisteux », il convient de lire « gneiss à deux micas ».

DISCUSSION DES OBSERVATIONS DE LEVERRIER.

1. **Gneiss.** — Pétrographiquement on ne peut distinguer les variétés créées par Leverrier. Tant dans les gneiss à biotite que dans les gneiss à deux micas, nous nous trouvons dans un ensemble d'ectinites homogènes, dans lequel il est vain de chercher des subdivisions autres que celles correspondant à la composition chimique initiale de la roche (gneiss acides et gneiss basiques) et à l'intensité du métamorphisme.

2. **Serpentines.** — Les amas de serpentine ont une allure un peu différente de celle donnée par Leverrier. Mais comme cet auteur, nous avons pu constater que les serpentines sont interstratifiées dans les gneiss, et nous pouvons ajouter qu'elles sont toujours situées au voisinage de la limite gneiss à biotite-gneiss à deux micas.

3. **Granites et diorites.** — Leverrier n'avait pas rencontré ces roches dans notre district. Nos levés ont confirmé l'opinion de cet auteur, et d'autres, que le granite constitue le substratum à une faible profondeur. La région de St-Yrieix nous a paru située à la limite supérieure du front des migmatites.

4. **Granulites.** — Nous avons soigneusement vérifié tous les pointements de granulite notés par Leverrier sur sa carte au 80.000ème. Aucun de ces affleurements ne correspond à la granulite, du moins dans notre région. L'interprétation de Leverrier provient de deux causes: il a admis que toutes les éminences bien marquées étaient en granulite; ensuite, il a dû prendre des roches écrasées et séricitisées pour de la granulite, ce qui est une erreur fréquente dans ces régions. Contrairement à l'opinion de Leverrier, nous pensons que la granulite est typiquement batholitique. Les seuls pointements de granulite du pays, ceux de Chadeleine-l'Aurières, qui étaient encore inconnus, représentent à notre avis les cupolas d'un batholite plus étendu existant en profondeur.

5. **Microgranite.** — Les traînées de microgranite sont orientées NNW, et non NNE. L'alignement NNE des affleurements provient du rejet des filons (vers l'Est en allant au Nord, c'est-à-dire à main droite) par d'importantes failles N 65° E. Nous n'avons pas pu retrouver le microgranite noté près de Tourdon, à 3 km à l'Ouest-Sud-Ouest de Château-Chervix. La traînée de Mas-la-Rivière était encore inconnue.

6. **Porphyrites.** — Deux pointements de porphyrite étaient connus sur toute la feuille de Limoges. La présence d'une bonne douzaine d'affleurements dans notre région montre que ces roches jouent un certain rôle dans les terrains anciens au Sud de Limoges.

3. TECTONIQUE

ORIENTATION DES ECTINITES.

Dans la région des Gareillas, les ectinites sont horizontales ou orientées Nord-Sud avec un pendage de 10 à 30° E.

Vers l'Est, le pendage augmente de façon constante jusqu'à 60° dans la région de St-Germain-les-Belles, et la direction devient N 60° W.

Vers le Nord, l'orientation devient Est-Ouest et le pendage 25° Nord. Cette variation d'orientation paraît se faire graduellement.

Vers l'Ouest, l'orientation reste d'abord la même, avec un pendage Est, puis apparaissent brusquement, dans la région de Chadeleine, des gneiss à deux micas à pendage inverse. Le passage de l'une à l'autre zone est invisible et correspond à la zone où affleurent les pointements de granu-

lite. L'aspect du terrain dans cette région nous fait supposer qu'une dislocation importante, invisible en surface par le manque d'affleurements, doit passer là. Cette relation entre la granulite et une dislocation est caractéristique.

Vers le Sud se produit une brusque incurvation des couches, visible entre autre un peu au Nord des fermes de Rilhac, à 1,5 km au Sud-Sud-Ouest des Gareillas. L'orientation des gneiss devient presque Est-Ouest, et cette orientation se maintient plus au Sud. Cette incurvation se fait sans dislocations.

Dans la région de Meuzac, la rareté des affleurements nets nous a empêché d'étudier de plus près l'orientation des gneiss, qui sont d'ailleurs fortement diaclasés, parfois broyés. Il en est de même dans la région de Dury-Chavagnac.

L'ensemble des gneiss dessine la terminaison d'un anticlinal dont l'axe plonge au Nord-Nord-Ouest et dont le flanc occidental paraît affecté d'une dislocation importante. Vers le Sud, un accident tectonique bouleverse l'orientation des terrains. L'alignement N 65° E des pegmatites à oligoclase kaolinisées se trouve un peu au Sud de cet accident, mais il nous a été impossible d'étudier les relations éventuelles entre les deux phénomènes.

Les serpentines suivent plus ou moins la limite entre les gneiss à biotite et les gneiss à deux micas. Ce fait s'observe vers l'Est jusque dans la région de Surdoux, à 25 km du Puy-de-Bar, et vers l'Ouest jusque près de Ladignac, soit sur une distance d'environ 40 km (*fig. 10*). Dans toute cette région, les serpentines paraissent correspondre à un précieux niveau-repère, dont les vicissitudes révèlent, au moins dans leurs grandes lignes, les accidents tectoniques importants. Ceci est très net au Nord-Est de Chavagnac, où passe le prolongement de la faille de Sauvagnac de Mouret (46). La zone disloquée de Dury correspond également à l'interruption brusque des serpentines.

Au Sud de Vicq, les couches ont été rebroussées au voisinage du massif granitique de Vicq. Ce rebroussement est contemporain de l'intrusion du magma granitique ; il y a eu plissement sans rupture en même temps qu'injection de solution quartzo-feldspathique dans les feuillets des gneiss. Nous sommes ici en présence d'une embréchite congénère des gneiss.

Il semble donc que nous ayons à distinguer des *plissements* des gneiss en relations avec des granites et diorites diadysiques, et des *dislocations* en rapport avec la granulite.

RÉSEAUX DE FRACTURES.

Les accidents postérieurs aux granites et granulites correspondent à la phase intrusive des microgranites — quartz aurifères — porphyrites. Ces accidents débutent par des fractures NNW régulières, injectées de microgranite, pour se terminer par des fractures irrégulières injectées de porphyrites et kersantites. Une phase de fractures Nord-Est et de venues aurifères se place entre les microgranites et les kersantites.

Les fractures NNW sont parallèles à la Zone broyée d'Argentat. Elles correspondent aux cassures qui se sont produites dans les gneiss lors du chevauchement de ces derniers par-dessus les granites du Plateau de Millevaches. Leur pendage, dans les gisements des Gareillas, varie entre 55 et 80° W. Le pendage de la Zone d'Argentat serait beaucoup plus faible (30 à 40° W).

Les fractures N 65° E, postérieures aux précédentes, correspondent à des zones de mylonitisation. Néanmoins, le déplacement le long de ces zones ne paraît jamais considérable. Ces fractures ont un pendage redressé, et leur continuité est frappante. Elles forment avec les précédentes un réseau presque orthogonal.

Nous n'avons jamais constaté de mylonitisation selon les lignes de fracture N 35° E, mais celles-ci, dont le pendage est en général très redressé, peuvent être des plans de déplacement horizontal important. Le rejeu tertiaire de ces fractures est à l'origine des failles les plus récentes.

L'étude de détail du réseau de fractures montre sa complexité. Il n'est pas toujours possible d'établir une succession nette entre les trois directions principales. Il existe des passages

de l'une à l'autre, des points d'éclatement, des cassures courbes et divergentes, etc. Les alignements des fosses gallo-romaines de la figure 8 mettent en évidence la complexité des cassures dans la concession de La Fagassière.

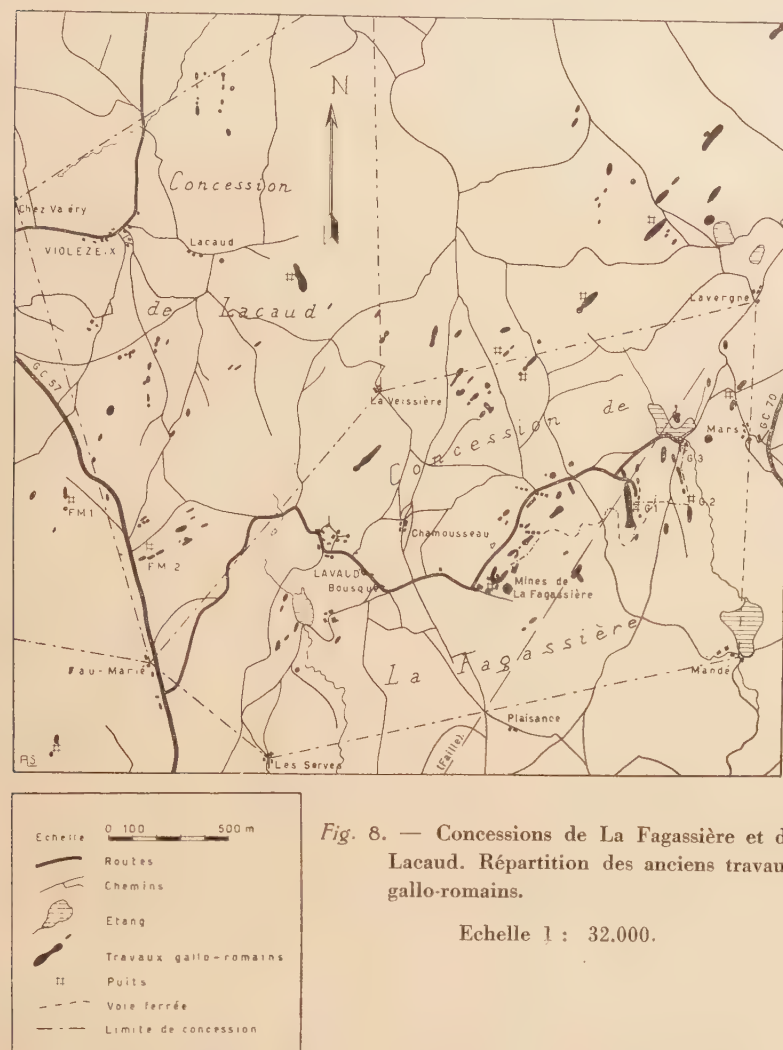


Fig. 8. — Concessions de La Fagassière et de Lacaud. Répartition des anciens travaux gallo-romains.

Echelle 1 : 32.000.

En résumé, le premier canevas tectonique de notre région est constitué par une voûte anticlinale dont la régularité est interrompue par des intrusions granitiques et dioritiques congénères des gneiss. Lors d'un stade orogénique ultérieur, cet ensemble paraît avoir été disloqué par des mouvements importants en relation avec des intrusions de granulite. A un troisième stade enfin, les terrains ont été affectés par un réseau de fractures, qui les a divisés, selon trois directions principales, en compartiments ayant joué les uns par rapport aux autres, et qui a été accompagné d'injections de roches filoniennes et de venues hydrothermales tant aurifères que stériles. Il n'y a aucune liaison apparente entre la distribution des fractures et la disposition des terrains. A un dernier stade, certaines des fractures ont rejoué, et il s'y est produit des circulations siliceuses secondaires.

4. RAPPORTS ENTRE LA GEOLOGIE ET LA MORPHOLOGIE

La différence de relief entre les régions de gneiss à biotite et celles de gneiss à deux micas est nette.

Dans le premier cas, le relief des plateaux est fortement mamelonné, tandis que les cours d'eau ont facilement des berges escarpées, comme l'Isle. La pellicule de sol arable est mince ; les bois et taillis abondent. Dans les prés, le sol imprégné d'eau oblige à construire des systèmes de rigoles pour le drainage.

Dans les gneiss à deux micas, le relief s'adoucit beaucoup ; les vallons sont plus larges et à pentes plus douces ; les essences sont plus variées et le sol est plus facilement arable.

L'existence de bancs importants d'amphibolites se traduit par une végétation plus abondante et plus variée, due à la présence de chaux. Les affleurements de serpentine correspondent par contre à des landes arides, où seuls les bruyères, les genêts et les genévriers trouvent quelque aliment.

Dans les endroits où les roches sont broyées sur de grandes étendues, comme à Dury,

les pâturages sont excellents et le relief très adouci; l'eau peut s'infiltrer et circuler facilement ce qui permet à la couche superficielle de s'assécher.

Nous n'avons pas pu constater de relations étroites entre la structure du sous-sol et le réseau hydrographique, ce qui tient surtout au fait que notre région est située sur une importante ligne de partage des eaux.

5. CONCLUSIONS

Le sous-sol de la région de St-Yrieix est constitué par un ensemble d'ectinites qui, du point de vue de la profondeur de métamorphisme, appartiennent à la zone des gneiss supérieurs de Jung. Ces ectinites comprennent à la base un étage de gneiss à biotite avec amphibolites, et au sommet un étage de gneiss à deux micas avec amphibolites. De puissants amas de serpentines sont localisés au voisinage de la limite de ces deux étages.

Les ectinites, qui dessinent une voûte anticlinale dont l'axe s'enfonce au Nord-Nord-Ouest, sont envahies par des granites et diorites contemporains du métamorphisme général. Ces roches affleurent en petits massifs diffus que l'on doit rattacher aux granites extravasés discordants, ou chonolites, de la classification de Jung. Des aplites et pegmatites variées les accompagnent; le faciès des injections est diadysique, plus rarement embréchitique.

Ces phénomènes de métamorphisme général et de migmatitisation sont anté-dinantiens.

Lors d'un stade orogénique ultérieur, soit au Westphalien, les gneiss déjà rigides ont subi des dislocations importantes accompagnées d'intrusions de batholites de granulite. Dans notre région, cette phase orogénique a donné lieu à des fractures NNW. Lors des mouvements tardifs, des microgranites ont fait intrusion dans ces fractures, suivis à leur tour par des venues hydrothermales aurifères dispersées.

Postérieurement aux fractures NNW, des zones de mylonitisation N 65° E se sont produites, suivies par des fractures N 35° E, dans lesquelles, un peu au Nord de notre région, des microgranites ont fait intrusion. A leur suite, une nouvelle venue aurifère a envahi aussi bien les fractures N 35° E que certaines des fractures N 65° E. L'ensemble de ces phénomènes intrusifs date du Westphalien.

Des laccolites de pegmatite à oligoclase affleurent dans notre région; nous ne savons s'ils doivent être rattachés à des granites extravasés concordants congénères des gneiss, ou aux mouvements westphaliens. La première hypothèse paraît la plus vraisemblable.

Au Stéphanien, une reprise de l'activité éruptive a conduit à l'intrusion de porphyrites et de kersantites dans des cassures irrégulières.

Du Permien au Tertiaire, il s'est produit des rejeux de fractures anciennes, principalement des fractures N 35° E. En même temps, des circulations siliceuses ont dû remanier certains des dépôts antérieurs (La Fagassière) ou déposer des minerais nouveaux (galène de Champvert; galène et barytine de Champarnaud).

A 45 km au Sud-Est du Puy-de-Bar, près d'Orliac, un peu à l'Ouest de la Zone d'Argentat, il existe un affleurement de Stéphanien inférieur débutant par des conglomérats à éléments de granulite. La Zone d'Argentat formait donc un bassin de sédimentation recevant des débris de granulite déjà au Stéphanien. Raguin (61) a remarqué qu'au Stéphanien, cette partie du Massif Central devait être une pénéplaine. On peut déduire de ces deux observations que si la granulite est carbonifère, elle a dû parcourir les trois phases d'orogénèse, de glyptogénèse et de lithogénèse au Westphalien-Stéphanien inférieur; de ce fait, son intrusion a très probablement eu lieu à une profondeur relativement faible (2000 à 4000 m.)

Dans le Gard existent des conglomérats aurifères à la base du Stéphanien; dans la Creuse, de Launay a mentionné la présence de microgranites avec minerais d'antimoine connexes dans des galets de conglomérats de la même époque. Une phase métallifère semble donc avoir eu lieu au Westphalien au travers de tout le Massif Central, suivant de près les grands mouvements orogéniques et l'intrusion de granulites et microgranites de cette époque; au Nord de Limoges,

les gisements d'étain et de wolfram de Vaulry, Cieux et Puy-les-Vignes appartiendraient à cette phase.

Dans la région de St-Yrieix, les gisements aurifères doivent être rattachés aux manifestations éruptives de cette époque.

L'affiliation des gîtes d'or à des granulites carbonifères est donc probable, bien que les relations entre le magma granulitique et les venues aurifères paraissent assez lointaines. La liaison des venues minéralisées avec les microgranites peut être considérée comme certaine.

Une coupe très schématique au travers de notre région permet de résumer nos observations.

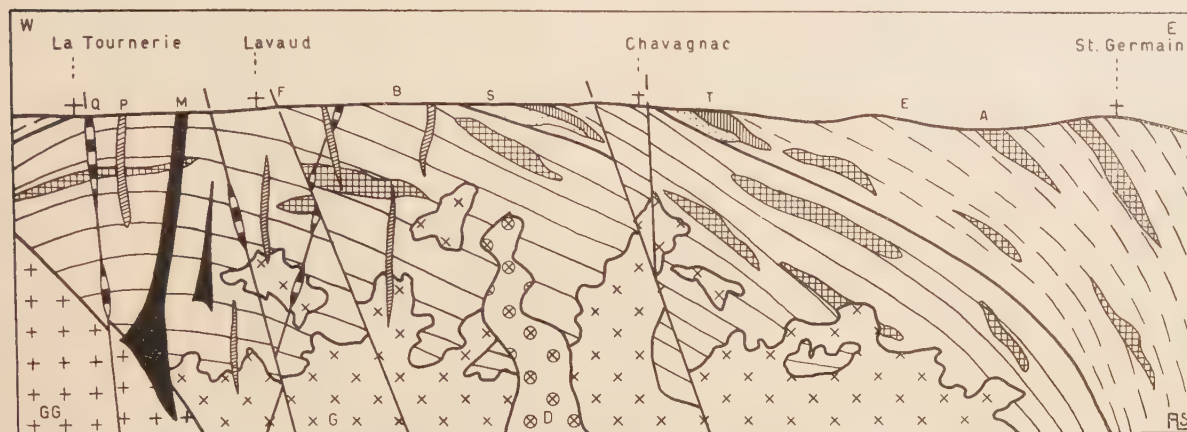


Fig. 9. — Coupe E-W très schématique au travers de la région du Puy-de-Bar.

Echelle horizontale 1 : 120.000.

Echelle verticale 1 : 30.000.

B. Gneiss à biotite.

D. Diorite.

E. Gneiss à deux micas.

GG. Granulite.

A. Amphibolites.

M. Microgranite.

S. Serpentine.

P. Porphyrites et kersantites.

T. Amphibolites à pargasite.

Q. Quartz.

G. Granite.

F. Zones de fractures.

DEUXIÈME PARTIE — MINÉRALISATION

Nous étudierons dans cette partie les gisements qui sont actuellement exploités dans la région de St-Yrieix, ou qui l'ont été récemment. Nous ne ferons que signaler les faits les plus saillants observés dans les autres concessions.

CHAPITRE PREMIER

LES GISEMENTS DES GAREILLAS

SITUATION.

Ces gisements sont situés dans la concession de La Fagassière, à 16 km au Nord-Est de St-Yrieix, dans une région où les fosses gallo-romaines sont abondantes (*fig. 8, page 35*). Ils ont été mis en exploitation en 1930. Au voisinage de quelques fosses importantes situées près de l'Etang de Mars, trois puits ont été forés: Gareillas I, II et III. Chacun de ces puits dessert un

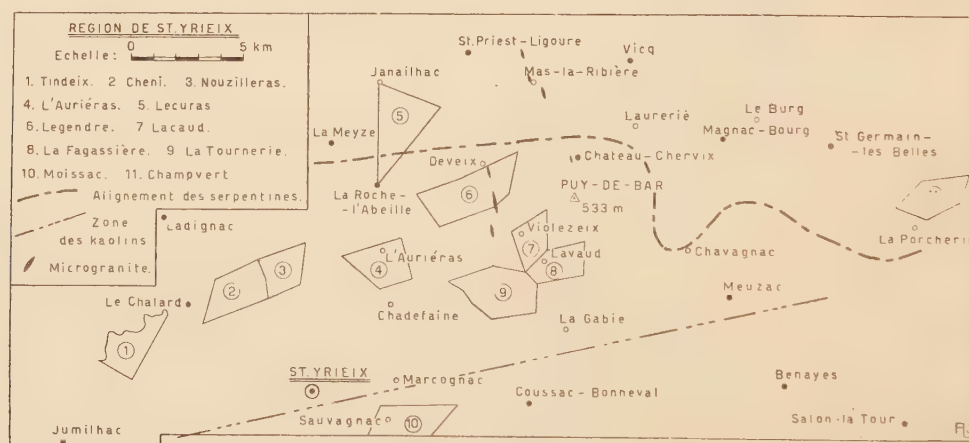


Fig. 10. — Carte des concessions pour or dans la région de St-Yrieix.
Echelle 1 : 325.000.

gisement indépendant. Lors de notre stage à l'exploitation, le puits Gareillas II était déjà fermé. A Gareillas I, les travaux ont été suspendus depuis peu; tous les efforts se portent actuellement sur le puits Gareillas III, où un filon intéressant a été découvert.

1. GEOLOGIE DE LA CONCESSION

La concession est située dans les gneiss du Puy-de-Bar, qui comprennent l'ensemble normal des gneiss à biotite, accompagnés de gneiss à hornblende, d'amphibolites, de leptynites

et de quelques rares petites lentilles de gneiss à deux micas. Ces roches sont injectées par un granite fin à contours mal définis et par de petites poches et lentilles de pegmatite et d'aplite à microcline issues de ce granite. Il n'y a pas de granulite dans cette concession.

La direction des gneiss est Nord-Sud, et leur pendage 25° E dans la partie occidentale de la concession ; dans la partie orientale, où se trouvent les Gareillas, les gneiss sont horizontaux.

Les filons du groupe des Gareillas sont orientés Nord-Sud à N 20° W ; leur pendage, variable d'un filon à l'autre, est toujours compris entre 55° et 80° Ouest.

Les puits Gareillas I et II ont été forés au voisinage d'importantes fosses gallo-romaines. Le puits Gareillas III a été entrepris sur des indications recueillies par 5 sondages, échelonnés sur une distance de 205 m dans le prolongement Sud de la fosse de l'Etang de Mars.

Les sondages.

En tenant compte du pendage général des filons à l'Ouest, les sondages ont été forés en direction N 70° E avec des inclinaisons de 45° et 60° vers l'Est ; leur profondeur en verticale varie entre 40 et 80 m. On a utilisé une sondeuse SULLIVAN à diamants, donnant des carottes de 24 mm de diamètre. Voici les résultats de ces sondages (N° 2, 3, 4, 5 et 7).

Le sondage 2 a recoupé à 24 m 20 une zone brouillée puissante. Après avoir traversé diverses petites veines de quartz blanc hyalin, ce sondage a rencontré entre 101 m 80 et 106 m 70 une zone de « granulite »¹ contenant de la pyrite, et renfermant une veine de 130 cm de quartz minéralisé en rubans avec une teneur de 7,8 gr/t dans ses parties grises, et des traces dans ses parties blanches.

Le sondage 3 a recoupé près de la surface la même zone brouillée que le sondage 2. A 45 m 50, il a traversé 353 cm de quartz minéralisé à traces d'or.

Le sondage 4, foré au Nord de la zone de cisaillement reconnue par les sondages précédents, n'a pas retrouvé le dyke recoupé plus au Sud par les sondages 2, 3, 5 et 7. Mais à la profondeur de 38 m 65, il a traversé un filonnet de 25 cm de quartz minéralisé contenant de l'or libre.

Le sondage 5, après avoir traversé de petits passages de « pegmatite » à pyrite, a rencontré à la profondeur verticale de 45 m environ, une veine de quartz massif de 175 cm de puissance, fortement minéralisée sur toute son étendue, avec des teneurs en or de 24,2, 26,9 et 23,7 gr/t entre toit et mur.

Le sondage 7 a rencontré trois passages de « granulite » minéralisée, et entre 52 m et 61 m 10 une puissante formation comprenant 400 cm de « granulite quartzeuse » minéralisée, avec un toit et un mur en « granulite » minéralisée avec des teneurs de 0,2 à 1,1 gr/t.

Ces données révèlent l'existence d'une importante fracture dont le remplissage consiste en « granulite » parfois minéralisée en pyrite, accompagnée de veines de quartz présentant par endroits des teneurs en or intéressantes. Le puits Gareillas III a été foncé au droit du sondage 5, dans le but de reconnaître la zone aurifère rencontrée à 45 m de profondeur.

Dans le cas de ces gisements, le sondage permet donc d'étudier la continuité en direction des zones de fractures, mais ne donne pas d'indications sur la valeur éventuelle des zones aurifères.

2. LE GISEMENT GAREILLAS I

SITUATION ET TRAVAUX.

Le puits I a une profondeur de 45 m. Il est situé sur le bord Est d'une grande fosse longue de 225 m et orientée N-S.

¹ Nous rendons le lecteur attentif à l'emploi des termes de « granulite » et de « pegmatite » qui, dans les gisements de St-Yrieix, ont une signification locale et désignent des roches altérées n'ayant aucun rapport avec la vraie granulite, définie auparavant (page 25). Nous étudierons ultérieurement la signification de ces deux termes ; jusque-là, nous les placerons entre guillemets.

Au niveau 40 m, un travers-banc de 30 m vers l'Ouest coupe des gneiss à biotite roses avant d'arriver au filon. Deux galeries ont été tracées à partir de ce travers-banc; celle du Nord a 115 m, celle du Sud 130 m de longueur. De petites recoupes ont été effectuées pour reconnaître les abords du filon (*fig. 11*).

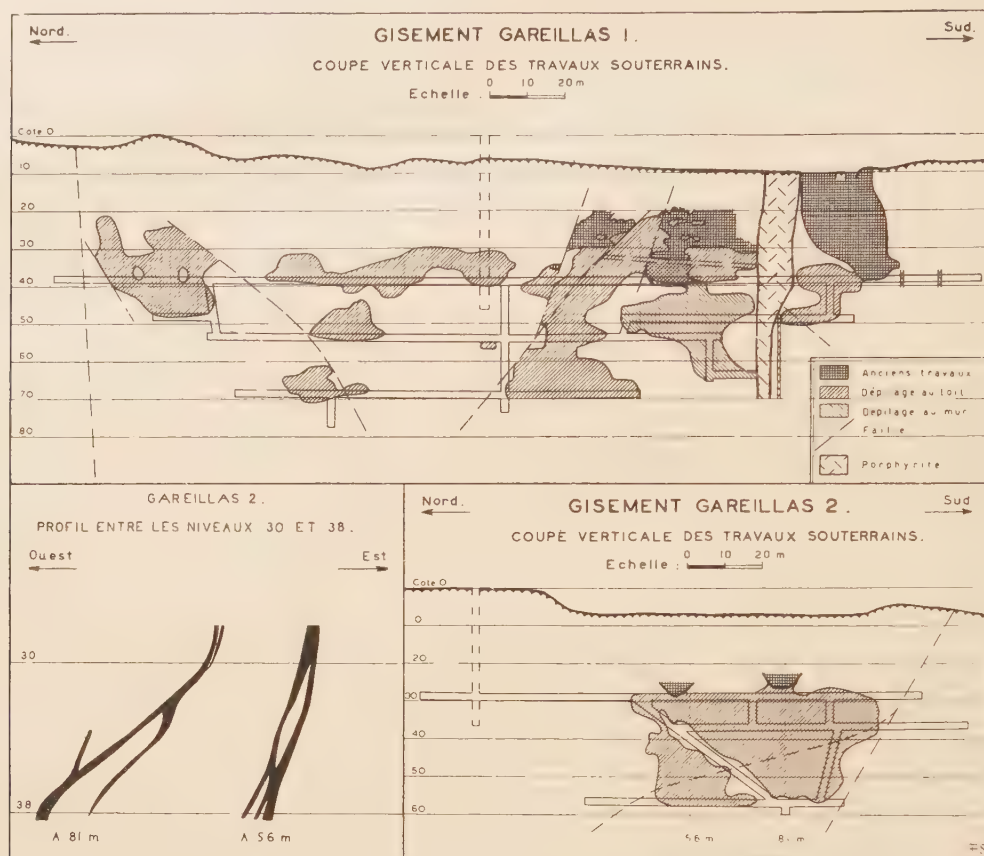


Fig. 11. — Projection verticale des travaux de Gareillas I et Gareillas II.
Echelle 1 : 2000

A 4 m à l'Ouest de l'axe du niveau 40, un puits intérieur donne accès, depuis le fond du travers-banc, aux niveaux 55 et 70. Au Sud, un niveau Nord 50 a été tracé à partir d'une bure au Sud. Depuis le niveau 55, on est descendu par une autre bure au niveau 65.

ALLURE DU FILON.

La direction du filon est N-S, son pendage moyen 75° W, et sa puissance variable entre 10 et 120 cm. La distribution de la minéralisation est nettement lenticulaire; l'allure des zones exploitables ressort clairement de la forme des dépilages, qui s'arrêtent pour la plupart sur un serrage de la minéralisation.

Au Nord, au niveau 40, les anciens travaux n'ont pas été touchés. Les dépilages s'arrêtent toutefois assez près; en plusieurs points, leur proximité se traduit par de petites venues d'eaux ferrugineuses. A 112 m, le filon est coupé par une grande faille, qui avait déjà été reconnue par les sondages. Cette faille est dirigée $N 35^{\circ} E$ avec un pendage S de 80° ; son remplissage consiste en 40 cm de glaise grise. Au nord de la faille, les terrains sont fortement disloqués et le filon a été rejeté dans une direction encore inconnue. Au Sud de la faille, le filon est légèrement incurvé au NNW. Cette incurvation est déjà visible en surface à l'extrémité N de la grande fosse.

La faille est un accident important retrouvé au Nord du gisement Gareillas III. Nous avons pu repérer son affleurement jusqu'à 4 km au SSW. Nous l'appellerons la *grande faille*.

Les autres failles NNE qui affectent le gisement (*fig. 11*) ont des rejets de 1 à 7 m à gauche par rapport à la direction filonienne.

Le niveau N 55 suit d'abord une zone où le filon était irrégulièrement minéralisé, avec une puissance d'environ 30 cm de quartz. De 30 à 40 m, le quartz était serré; de 40 à 50 m, la veine s'ouvrait avec une puissance moyenne de 50 cm, et une teneur moyenne de 30,6 gr/t. Au delà de cette zone, le remplissage consistait de nouveau en 0 à 20 cm de quartz avec des gneiss encaissants broyés. Cette allure lenticulaire est caractéristique du gisement Gareillas I.

Au Sud, les travaux gallo-romains sont abondants au-dessus du niveau 40. Ils forment deux zones séparées par un ensemble de deux filons de porphyrite qui recoupent le gisement. Le plus puissant de ces filons a une direction N 40° W avec un pendage de 80° SW et une puissance de 1 m 80. La galerie S 40 le suit de 65 m à 82 m; il est également très net aux niveaux 50 et 65. La cassure du filon de quartz, à peine visible au travers de la porphyrite, a très faiblement rejoué après la mise en place de la roche éruptive.

Au Sud du grand filon de porphyrite, les anciens travaux vont jusqu'au jour. Au niveau S 40, le filon s'amincit pour finalement se perdre. Deux autres filons de porphyrite recoupent encore la galerie avant le dernier front de taille.

Un peu au-dessus du niveau S 40, et en dessous d'un accident horizontal, le filon se divise en deux branches. Celles-ci sont séparées au niveau S 55 par environ 6 m de gneiss. La branche du toit se perd rapidement vers 50 m au Sud de l'axe du puits intérieur. La branche du mur a été exploitée par les niveaux 50 et 65.

Si les lentilles sont un peu plus grandes au Sud qu'au Nord, elles présentent néanmoins les mêmes caractères. La distribution des teneurs est irrégulière; ainsi, on a rencontré les teneurs suivantes dans la deuxième tranche en montant dans le défilage du niveau S 70 (sur 31 m en direction) en gr/t: 38,9; 0,8; 0,6; 17,2; 22,4; 16,2; 14,6; 42,2; 11,1; 18,9; 56,2; 14,6; 5,2; 42,8; 52,2; 16,4; 26,7; 65,4; 4,5; 35,2; 31,2.

Les deux zones de faillage limitent à peu de choses près les zones exploitables. Il s'agit là, à notre avis, d'une simple coïncidence; ces accidents sont postérieurs à la venue aurifère.

NATURE DE LA ROCHE ENCAISSANTE.

Outre les porphyrites, la roche encaissante comprend les termes normaux de la région. Le gneiss à biotite est très net au niveau N 70, vers 55 m. Au niveau N 40, il y a de puissants bancs de gneiss à chlorite, qui sont verts. On observe très bien le mode d'intrusion des pegmatites roses anciennes à microcline dans ces gneiss verts. Les pegmatites constituent de petites poches ayant jusqu'à 1 m de longueur, sans forme définie, mais tranchant nettement sur les gneiss.

Le plongement des gneiss est toujours voisin de l'horizontale. La schistosité est souvent effacée et à peine visible; de nombreuses observations sont nécessaires pour définir l'orientation générale.

Il n'y a pas trace dans ce gisement de la granulite telle que nous l'avons définie au chapitre II. Contrairement à l'opinion de Sagui (109), de Wakker (117) et d'autres, nous sommes en présence d'un gisement filonien encaissé dans un ensemble de gneiss injectés de granite ancien congénère. L'intrusion de ce granite est séparée par au moins une phase orogénique des circulations hydrothermales aurifères.

NATURE DU REMPLISSAGE.

Le filon est formé par un remplissage de quartz dans une cassure des gneiss. Normalement, le quartz est intimement soudé à la roche encaissante. Mais souvent, l'une des

épointes, surtout le toit, présente un miroir de glissement. Le plan de glissement peut tantôt suivre la limite du quartz, tantôt recouper le gneiss; en général, il ne correspond pas à une salbande du filon, ce qui signifie qu'il est postérieur au quartz. Dans d'autres cas, le miroir de glissement est antérieur au dépôt du quartz; dans ce cas, il sépare le quartz pur du gneiss franc.

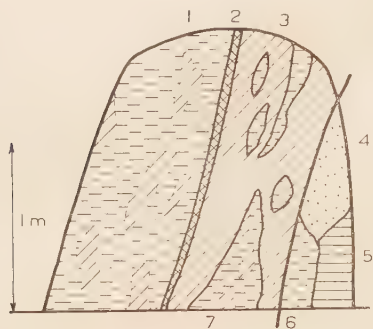


Fig. 12. — Gareillas I. Avancement du niveau N 70 à 55 m.

1. Gneiss silicifié (« granulite »).
2. Filet de quartz gris formant le toit.
3. Quartz minéralisé avec débris de gneiss. Teneurs en or : 21,6, 13,8 et 1,1 gr/t.
4. Gneiss fortement séricitisé (« pegmatite »).
5. Gneiss à biotite.
6. et 7. Gneiss silicifié.

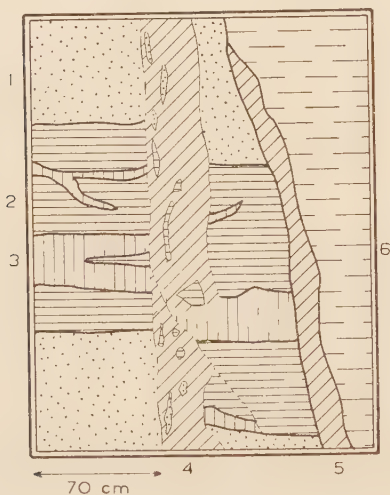


Fig. 13. — Gareillas I. Avancement du niveau S 55 à 58 m.

1. Gneiss rose à biotite.
2. Gneiss vert à chlorite.
3. Quartz hyalin congénère des gneiss.
4. Quartz du filon avec débris de roche encaissante.
5. Filet de quartz indéterminé.
6. Gneiss indéterminés.

Le quartz contient fréquemment des enclaves de gneiss dont les dimensions peuvent varier entre quelques millimètres et plusieurs mètres. La forme de ces débris est variable. Ils sont souvent allongés, et augmentent en quantité près des épointes. Le quartz finit alors par former des lentilles et veinules dans les gneiss de l'éponte, et le passage du filon à la roche encaissante est progressif. Dans une zone où les gneiss étaient nets, au front de taille du niveau N 70 à 55 m, nous avons observé le type de passage de la figure 12.

Dans ce cas, l'éponte du toit forme salbande, et celle du mur est un plan de glissement postérieur au quartz. En outre, le quartz forme de véritables « éponges » dans la roche encaissante.

La figure 13 représente le type de passage normal du filon à la roche encaissante; elle met en évidence les faits suivants :

1. Le mode de passage normal du quartz au gneiss encaissant, lorsque le phénomène n'est pas troublé par un écrasement préalable important, est l'*éponte soudée*, avec débris de gneiss dans le quartz.
2. Le remplissage est monté dans une cassure dont les deux lèvres n'ont que très peu joué l'une par rapport à l'autre.
3. Les débris de roche encaissante contenus dans le filon proviennent des gneiss situés immédiatement à leur voisinage. Nous trouvons des débris de gneiss roses là où la roche encaissante est du gneiss rose; en face du gneiss à chlorite vert, nous trouvons des débris de ces gneiss verts.
4. La métasomatose a certainement joué un rôle, car le banc de quartz hyalin s'efface peu à peu dans le quartz du filon, ce qui prouve que les gneiss ont subi un remplacement, alors que le quartz hyalin est resté presque intact.

La forme des débris de roche encaissante est, soit allongée et lenticulaire comme sur la figure précédente, soit plus ou moins isométrique et à angles vifs, soit encore arrondie. Nous

avons constaté le même phénomène dans le gisement Gareillas III. La photographie 7 (pl. II), prise au niveau N 90 à 37 m 50 dans ce gisement, rend parfaitement bien compte du fait que les

débris sont à angles vifs, lorsque la roche encaissante est diaclasée. Les débris sont alors semblables aux petits compartiments de gneiss que les diaclasses limitent entre elles. Cette photographie met en évidence que les débris de roche encaissante contenus dans le quartz ont été isolés par la pénétration d'une solution le long des diaclasses du gneiss du mur ; au toit, un miroir de glissement antérieur au quartz a empêché celui-ci de pénétrer la roche encaissante.

ALTÉRATION DE LA ROCHE ENCAISSANTE.

La roche encaissante a subi sous l'effet des solutions quartzeuses une transformation chimique très nette. Dans le puits Gareillas III, cette action est plus marquée que dans le filon I.

Nous avons vu plus haut que le quartz passe souvent graduellement à la roche encaissante. Les termes de passage ont reçu de la part des mineurs du pays divers noms ; ils distinguent le *quartz granulitique* (quartz à débris de gneiss rose abondants), le *quartz pegmatitique* (à débris de roche vert clair), la *granulite quartzeuse* (gneiss imprégné de quartz) et la *pegmatite quartzeuse* (roche vert clair imprégnée de quartz). Les termes de *granulite* et de *pegmatite* ainsi utilisés ne correspondent pas à leur définition géologique. Nous avons défini la granulite dans un chapitre précédent (page 25). La pegmatite est une roche de cristallisation formée de gros éléments cristallins d'au moins deux espèces minérales différentes ; elle correspond à un mode d'intrusion tout à fait particulier.

Nous avons dès l'abord été frappés par les caractères de certains échantillons de « granulite » et de « pegmatite » renfermés dans la veine de quartz. Ces échantillons étaient verts sur leur pourtour, pour prendre une teinte rose dans la région centrale. La partie verte était formée de quartz et de séricite renfermant des cubes de pyrite. La partie rose contenait du quartz, du feldspath et également des cristaux de pyrite. Parfois, il y avait encore une partie nettement gneissique et renfermant de la biotite au centre. Ces diverses zones passaient graduellement de l'une à l'autre. La partie verte correspondait à la « pegmatite » et la partie rose à la « granulite » des mineurs, alors que le centre était du gneiss à biotite. La photographie 8 (*pl. II*) représente la section transversale d'une de ces lentilles (les « épontes » de la lentille sont perpendiculaires au plan du papier). L'échantillon provient de Gareillas III, niveau N 90, à 38 m. Cette photographie montre le passage graduel de la zone extérieure verte à la zone centrale à biotite.

Ces observations montrent que la « granulite » (parfois appelée « aplite ») provient du gneiss à biotite ou du granite par lessivage de la biotite, et que la « pegmatite » résulte de l'accroissement de cette altération par séricitisation des feldspaths ; en même temps se sont produites les néocristallisations de pyrite en cubes parfaits.

L'étude microscopique des échantillons confirme cette explication, laquelle se vérifie dans tous les gisements de la région de St-Yrieix.

Dans un premier stade d'altération du gneiss (ou du granite) encaissant, l'oligoclase se charge en lamelles de séricite, orientées de préférence selon les plans de macles et les plans de clivage (*fig. 14a*). Le microcline reste intact, mais il s'y développe parfois un peu de kaolin ou de calcite. Des veinules de calcite traversent aussi le quartz et l'oligoclase. La biotite se transforme en une chlorite presque incolore et à biréfringence élevée, dans laquelle se développent souvent des cristaux de pyrite (*fig. 14b*) ; cette dernière cristallise également à l'emporte-pièce dans le quartz. La roche garde une teinte rose d'autant plus prononcée que le microcline, qui reste intact, est plus abondant. Le mineur appelle cette roche « granulite », nom qui doit être remplacé par *gneiss (ou granite) altéré*.

Dans le deuxième stade d'altération, les plagioclases sont intégralement transformés en plages de très fines lamelles de séricite. Ces lamelles conservent souvent l'orientation des plans de clivage et de macles des plagioclases (*fig. 14b*). Le microcline est calcitisé ou séricitisé ; de la biotite, il ne subsiste que de rares lamelles presque incolores, avec une biréfringence voisine de celle de la séricite ; les cristaux de pyrite sont fréquents, et de préférence associés à ces lamelles. La roche a une teinte verte, et les mineurs l'appellent « pegmatite », terme qui doit être remplacé par *gneiss (ou granite) séricitisé*.

Dans les deux cas, la structure primitive de la roche subsiste ; il y a néanmoins augmentation de la proportion de quartz, mais il ne nous a pas été possible de délimiter le quartz de néoformation.



Fig. 14 a. — Gareillas I. Niveau N 70 à 55 m.

Ech. 94^e. Gross = 40.

M = microcline. O = oligoclase. Q = quartz.

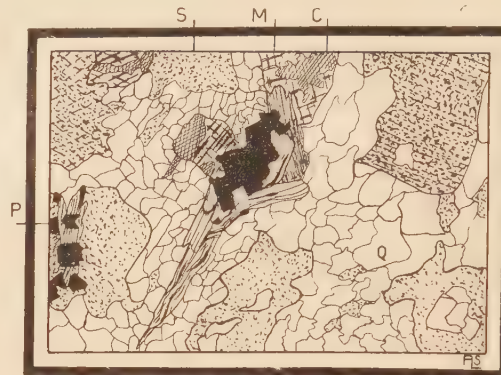


Fig. 14 b. — Gareillas III. Bure niveau N 60, cote 76.50

Ech. 480. Gross = 40.

S = séricite. P = pyrite. C = calcite.

L'altération de la roche encaissante consiste donc, selon l'ordre d'importance, en sérification, pyritisation et silicification, accompagnées d'une faible carbonatation. L'étendue et l'importance de cette altération sont très variables ; dans le gisement Gareillas I, elle ne s'étend guère au delà de 0.50 à 1 m à partir de l'éponte dans la roche encaissante.

D'autre part, l'étendue de l'altération est fonction de la nature de la roche et de la fracturation des gneiss avant la montée des solutions hydrothermales : lorsque les gneiss sont parfaitement compacts, ils ne sont souvent que pyritisés.

L'effet de l'altération hydrothermale décroît graduellement autour du centre d'action.

MINÉRALISATION.

La minéralisation comprend une gangue de quartz avec un peu de calcite et de dolomie contenant surtout du mispickel, et un peu de pyrite, de galène et de blende, le tout étant aurifère.

1. **Le quartz** est en général compact, d'aspect cristallin, parfois laiteux, tantôt blanc et pauvre en sulfures, tantôt gris et plus riche en sulfures. Dans la règle, ces derniers sont fins, et leur diamètre ne dépasse pas 2 à 3 mm. On les trouve soit en mouches de forme définie ou non, soit en traînées, soit, ce qui est plus rare, en masses compactes.

Les sulfures se concentrent souvent autour d'un cristal de quartz hexagonal parfaitement transparent, et mesurant 1 à 3 mm d'épaisseur.

Le quartz forme trois phases principales, qui ne s'individualisent pas toujours, et dont les deux premières se sont déposées simultanément.

La première phase comporte du quartz gris à sulfures dans lequel on trouve des traces indiscutables de métasomatose. Macroscopiquement, ces traces consistent en petits débris très fins de quelques mm de diamètre, tantôt anguleux, tantôt arrondis, de plagioclases entièrement séricitisés. Ces débris se présentent souvent comme une véritable éponge imbibée de quartz.

La deuxième phase est une phase de quartz blanc avec sulfures disséminés. Un détail de la figure 13 montre sa relation avec le quartz gris (fig. 15).

Dans le quartz gris, les phénomènes de métasomatose sont particulièrement nets. La figure 16a montre les débris d'une plage de séricite à contours anguleux, en voie de remplacement par le quartz gris. Dans le stade final du remplacement, il ne subsiste plus que quelques débris de séricite ; la figure 16b représente ce stade final dans le quartz de Cheni.



Fig. 15. — Détail du filon de la figure 13.
Gareillas I, niveau S 55 à 58 m.

1. Gneiss à chlorite.
2. Quartz gris à sulfures fins et à plages de séricite qui ont gardé la forme des débris de gneiss remplacés.
3. Quartz blanc à mouches de sulfures de 1 à 3 cm de longueur.

de matériel broyé dans une cassure des gneiss par du quartz minéralisé.

La troisième phase de quartz n'est pas générale; elle comprend de petites veinules de quartz blanc et stérile recoupant les phases précédentes.

Si nous comparons les figures 16 aux figures 14, il en ressort clairement qu'il y a un passage graduel de l'altération de la roche encaissante à sa métasomatose complète par le quartz. Cette constatation est fondamentale pour la compréhension de la genèse du gisement, et permet d'interpréter la structure du quartz aurifère telle qu'elle ressort de la figure 16b et de la photographie 9 (pl. III).

En règle générale, nous pouvons affirmer que les gros cristaux de quartz plus ou moins idiomorphes représentent le quartz primitif de la roche encaissante. Ce quartz contient souvent des inclusions brunes et peut avoir subi des corrosions ou des nourrissages superficiels.

Le quartz fin, plus limpide que le précédent, renfermant les fines lamelles de séricite et les sulfures aurifères, représente le quartz d'apport hydrothermal, qui a remplacé les feldspaths et qui a cristallisé le dernier.

Ces constatations nous permettent de définir la veine de Gareillas I comme une veine due au remplacement



Fig. 16 a. — Gareillas I. Dépilage niveau N 55.
Ech. 43. Gross = 40. En blanc : le quartz.
En pointillé : la séricite. En noir : la pyrite.

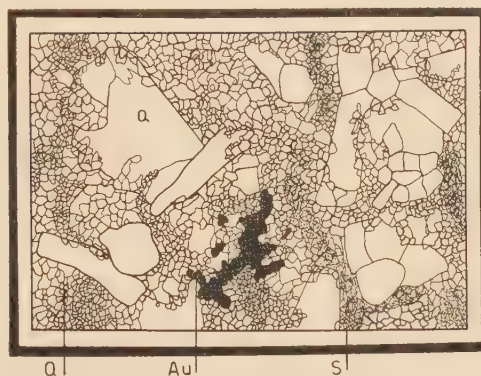


Fig. 16 b. — Cheni. Filon 3, niveau 190. Ech. 281.
Gross = 20. Au = or. Q = quartz.
S = séricite.

2. **La calcite** est rare et ne se trouve qu'en quelques zones, comme dans le dépilage du niveau N 70. Elle est répartie dans le quartz gris en fines aiguilles blanches mesurant 2 à 3 cm de longueur et quelques mm d'épaisseur. La calcite est liée aux zones à teneurs en or élevées (30 gr/t et plus).

3. **La dolomie** se trouve en veinules de quelques cm de puissance et de longueur variable; ces veinules sont postérieures au quartz minéralisé dont elles cimentent parfois des débris, et on les trouve soit le long de l'une des épontes, soit dans la veine de quartz elle-même. Cette dolomie est rose et toujours bien cristallisée. Sa composition est :

CaCO ₃	54,00 %
MgCO ₃	43,15 %
FeCO ₃	3,20 %
MnCO ₃	0,70 %
	101,05 %

La distribution de la dolomie est irrégulière et ne présente aucune relation avec les teneurs en or du minerai. Les géodes de la dolomie sont quelquefois tapissées de cristaux de calcite transparente.

4. **Le mispickel** se présente soit en cristaux extrêmement fins de moins d'un mm de diamètre, soit en traînées où les cristaux mesurent jusqu'à 2 ou 3 mm, soit en mouches irrégulières, soit encore en petits amas allongés de 2 à 3 cm et alignés comme les barreaux d'une échelle. Dans les zones stériles du filon, on peut rencontrer des cristaux mesurant jusqu'à 1 cm.

5. **La pyrite** se rencontre d'abord dans les épontes et dans les débris de roche encaissante renfermée dans le quartz, où elle se présente sous forme de cristaux cubiques, octaédriques et parfois dodécaédriques parfaitement frais.

Dans le filon, elle est rare, et ne se trouve qu'en cristaux assez grands, souvent résiduaux. Nous pensons que ce sont les résidus des cristaux de pyrite de la roche encaissante altérée, métasomatisés à leur tour.

6. **La galène** est assez fréquente en traînées ou nids de cristaux très fins, plus petits qu'un mm. On ne peut l'observer à l'œil nu qu'après un examen très attentif.

7. **La stibine.** — Un filonnet de stibine de 2 à 3 cm de puissance, orienté NNE, recoupe la formation dans le dépilage du niveau S 70. Cette stibine était postérieure aux trois phases de quartz et à la dolomie.

8. **L'or** est libre, partiellement amalgamable (75 %), cyanurable pour le reste. Il est rarement visible, mais nous en avons trouvé dans plusieurs de nos échantillons, où il était toujours associé au mispickel et à la galène, en formant des grains de quelques dixièmes de mm dans les plages de ces deux minéraux associés.

Les teneurs varient de 0 à 100 gr/t; dans les zones exploitables la teneur moyenne oscille toujours autour de 20 à 30 gr/t et la puissance moyenne entre 30 et 50 cm. L'allure du minerai riche n'est pas très typique, mais la présence simultanée de mispickel et de galène, et l'existence de calcite dans la gangue, sont des indices de bonne teneur.

Aucune structure microscopique du filon n'a paru être déterminante pour la présence de minerai riche. On ne peut parler de « colonnes aurifères »; on est en présence de véritables lentilles aux formes capricieuses, renfermant une minéralisation très irrégulièrement répartie.

9. **Résumé.** — Nous déduisons de ce qui précède que les phénomènes se sont succédé de la façon suivante:

<i>Phase I.</i>	<i>Altération hydrothermale:</i>		Pyrite, séricite, calcite, quartz.
<i>Phase II.</i>	<i>Minéralisation:</i>		
	Simultanément	{	
		<i>Remplacement:</i>	Quartz gris I — sulfures et or.
		<i>Remplissage:</i>	Quartz blanc II — sulfures et or.
<i>Phase III.</i>	<i>Consolidation:</i>		Quartz blanc III, stérile.
<i>Phase IV.</i>	<i>Phase terminale:</i>		Dolomie — calcite.
<i>Phase V.</i>	<i>Phase post-aurifère:</i>		Stibine.

Chaque phase recoupe mécaniquement la précédente. L'étude en coupe mince montre néanmoins qu'entre les phases I et II tous les stades intermédiaires existent.

CHALCOGRAPHIE DU MINERAI.

1. **Mispickel-quartz.** — Le mispickel se présente en cristaux de dimensions variables et toujours fortement fracturés. Les fractures sont soudées par le quartz. La forme des cristaux est variable; en surface polie on voit de nombreuses sections en forme de losange. Les dimensions des cristaux varient aussi; dans le minerai riche ils sont en général plus fins (0,1 mm) que dans le minerai pauvre (1 mm).

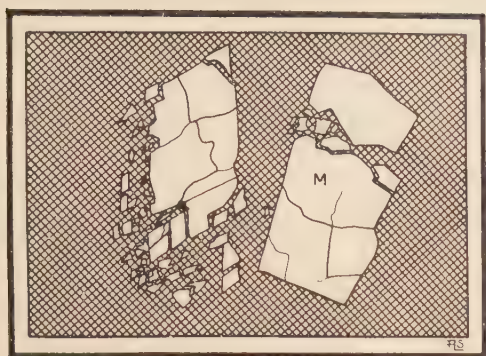


Fig. 17. — Gareillas I. Provenance exacte inconnue.
Ech. 464c. Gross. = 40. M = mispickel.
Quadrillage ⁽¹⁾ = quartz.



Fig. 18. — Gareillas I. Niv. N 70 à 55 m.
Ech. 94². Gross. = 50.
P = pyrite. S = séricite.

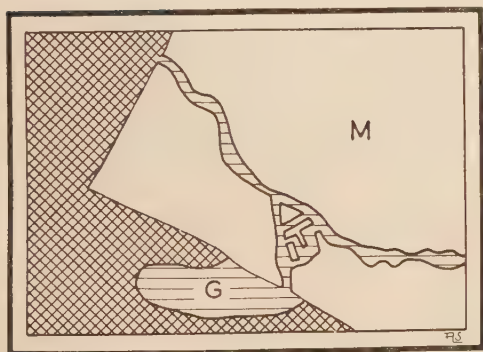


Fig. 19. — Gareillas I. Dépilage N 70, dist. 47 m,
cote 63 m. Ech. 472 A-b. Gross = 450.
M = mispickel. G = galène.

La figure 17 montre comment le quartz soude les débris de mispickel. Succession :

1. Quartz Ia.
2. Mispickel.
3. Quartz Ib.

2. **La pyrite** est rare, et le plus souvent résiduaire et associée à des restants de séricite (fig. 18). Ces résidus sont les restes des cristaux de pyrite provenant de la métasomatose des débris de gneiss pyritisés. Comme tels, ils n'appartiennent pas à la phase de minéralisation proprement dite. Ainsi, nous pouvons écrire :

- a. Pyrite.
- b. 1. Quartz Ia.
2. Mispickel.
3. Quartz Ib.

3. **La galène** se présente en plages colmatant les débris de mispickel ou pénétrant en filonets dans ce minéral. Elle renferme parfois des inclusions d'un minéral isotrope, vert olive, le *fahlerz* (tétraédrite). Ces inclusions très fines (0,005 à 0,05 mm) sont irrégulièrement distribuées. Nous pensons que leur formation est légèrement antérieure à celle de la galène ; rien ne permet d'envisager l'hypothèse contraire.

Si la gangue contient de la calcite, celle-ci forme avec la galène une association particulière (phot. 11, pl. III). La galène est alors strictement localisée dans la calcite, et n'apparaît pas dans le quartz. Des cristaux parfaitement hexagonaux de ce dernier minéral sont souvent entourés de l'ensemble calcite-galène.

Galène et calcite ont tous deux des contours capricieux à aspérités arrondies. La calcite est souvent finement maclée, et la galène a une tendance à pénétrer entre les cristaux de calcite. De ce fait, la galène doit avoir cristallisé légèrement après la calcite.

- Paragenèse :
1. Mispickel.
 2. Calcite.
 3. Fahlerz.
 4. Galène.

4. **La blende** s'observe en général en plages isolées, à contours arrondis, et contient parfois de fines inclusions de chalcoppyrite mesurant environ 0,01 mm. Le diamètre des plages de blende est voisin de 2 à 3 mm. La blende est souvent associée à la calcite et la galène, qui lui sont postérieures (fig. 20).

¹⁾ Figuré conventionnel pour le quartz.



Fig. 20. — Gareillas I. Dépilage N 70, dist 50 m, cote 66 m. Ech. 451 a. Gross = 180.

Bl = blende. M = mispickel. G = galène.
C = calcite.

la jamesonite a cristallisé après la galène; sinon, ses aiguilles auraient pu être emprisonnées par la calcite.

Succession: 1. Calcite.
2. Galène.
3. Jamesonite.

6. **L'or** est associé soit au mispickel, soit à la galène, soit à ces deux minéraux ensemble. Nous n'avons jamais rencontré de l'or isolé dans la gangue de quartz.

a) *Avec le mispickel.* — L'or cimente les débris des cristaux de mispickel et pénètre dans leurs fentes.

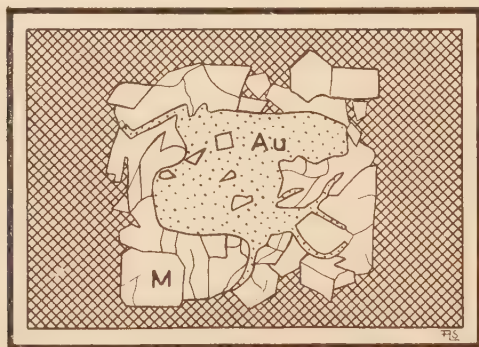


Fig. 21 a. — Gareillas I. Dépilage N 70, dist. 47 m, cote 63 m. Ech. 472 A-a. Gross = 150.

M = mispickel Au = or.

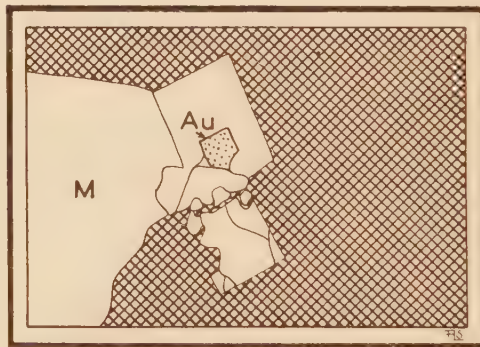


Fig. 21 b. — Gareillas I. Dépilage N 70, dist. 53 m, cote 65 m. Ech. 379 b. Gross = 220.

La figure 21a est un exemple typique d'une structure très fréquente. L'or a comblé un espace libre au centre d'un nid de cristaux de mispickel disloqués. On trouve souvent des structures identiques de mispickel-quartz, où le quartz cimente le mispickel de la même façon. Cette analogie, et la présence d'inclusions anguleuses de mispickel dans l'or, démontrent l'absence de remplacement chimique du mispickel par l'or. Le cas de la figure 21b est moins net.

b) *Avec la galène.* — On trouve parfois de fines inclusions d'or de forme quelconque dans la galène; leurs dimensions varient entre 0,002 et 0,03 mm. Dans certains cas, de tels grains d'or sont associés à des inclusions de fahlerz (phot. 12, pl. III). L'or se trouve toujours dans la galène, et non pas sur son pourtour (fig. 22). Une telle structure doit résulter de l'entraînement des grains d'or déjà formés dans la précipitation de la galène. Rien ne permet de supposer que la

Si nous admettons que les inclusions de chalcopryrite sont antérieures à la blende, nous avons la succession suivante:

1. Mispickel.
2. Chalcopryrite.
3. Blende.
4. Calcite.
5. Galène.

5. **La jamesonite** se présente en fines aiguilles presque toujours indéterminables en lumière réfléchie. Les seules sections déterminables mesureraient 0,05 mm de long et 0,005 mm de large. Ces aiguilles rayonnent de préférence autour des plages de galène; elles ne se trouvent que dans le quartz et jamais dans la calcite. Cette disposition montre que



Fig. 22. — Gareillas I. Dépilage N 55, dist. 39 m, cote 43 m. Ech. 245 b. Gross = 600.
G = galène. Au = or.

galène a remplacé un minéral déjà aurifère, en laissant l'or intact, ou en le concentrant. En présence de fahlerz, l'or se dépose de préférence au contact galène-fahlerz.

- Succession: 1. Calcite.
2. Fahlerz-or.
3. Galène-or.

c) *Avec le mispickel et la galène.* — Dans ce cas, l'or et la galène cimentent le mispickel sans qu'il soit possible de préciser l'âge relatif de la galène et du métal précieux (fig. 23). Les deux se relaient sans aucune discontinuité dans les mêmes cassures du mispickel.

- Succession: 1. Mispickel.
2. Galène-or.

Ces divers types de structures montrent que l'or est postérieur au mispickel, et que son dépôt a dû s'effectuer par coprécipitation avec la galène, de préférence au contact d'un troisième minéral (mispickel ou fahlerz).

7. **La stibine** est postérieure à la phase de minéralisation proprement dite. Nous l'avons trouvée seulement dans une veinule recoupant la masse du minerai dans le dépilage du niveau S 70. Au microscope, elle montre une structure classique en lamelles disposées comme les barbes d'une plume.

CONCLUSIONS.

Nos observations peuvent se résumer comme suit:

Le filon Gareillas I est encaissé dans des gneiss sub-horizontaux injectés de granites congénères. L'intrusion de ces granites est antérieure d'au moins une période orogénique aux circulations hydrothermales aurifères. Le gisement est recoupé par plusieurs filons de porphyrite.

Le quartz minéralisé s'est déposé en remplaçant le matériel broyé d'une cassure des gneiss. La solution a progressé dans la cassure en empruntant les plans de moindre résistance et en isolant des débris de la roche encaissante. La distribution des zones minéralisées dans la cassure est lenticulaire.

Dans un premier stade, la roche encaissante a été pyritisée, séricitisée, silicifiée et carbonatée. Dans un deuxième stade, le quartz minéralisé a entièrement remplacé les débris de roche encaissante et s'est déposé dans les espaces vides. Le passage d'un stade à l'autre est graduel, et

un broyage préalable de la roche favorise

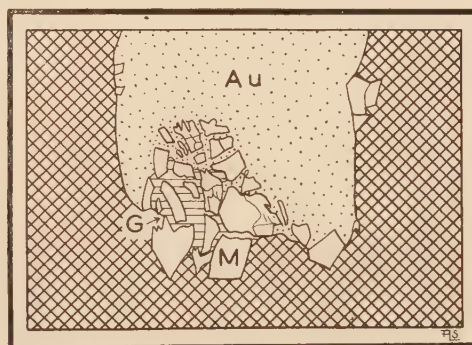


Fig. 23. — Gareillas I.
Dépilage N 70, dist. 47 m, cote 63 m.
Ech. 472 A-c. Gross. = 450.

M = mispickel. G = galène. Au = or.

La paragenèse complète est la suivante:

Phase I. Altération hydrothermale.

1. Pyrite I.
2. Séricite.
3. Calcite I.

Phase II. Minéralisation.

Simultanément remplacement
en quartz gris I et remplissage
en quartz blanc II.

Phase III. Consolidation.

Phase IV. Phase terminale.

Phase V. Phase post-aurifère.

4. Quartz I et II.
5. Mispickel.
6. Chalcopyrite.
7. Blende.
8. Calcite II.
9. Fahlerz-or.
10. Galène-or.
11. Jamesonite.
12. Quartz I et II.
13. Quartz blanc III, stérile.
14. Dolomie.
15. Calcite III.
16. Stibine.

L'or est localisé sous deux formes : dans les cassures du mispickel, où il forme des particules pouvant mesurer jusqu'à 0,5 mm et qui se trouvent souvent en contact avec la galène, et dans les plages de galène, où ses dimensions sont de l'ordre de quelques millièmes ou centièmes de mm.

Remarques. — 1. Nous définissons la phase comme l'intervalle de temps durant lequel se sont produits des phénomènes bien définis et inséparables les uns des autres ; les différentes phases sont séparées par des intervalles distincts se traduisant par le fait que chaque phase recoupe mécaniquement la précédente.

2. La notion de phase présente une certaine élasticité ; il est évident que les phases ne marquent en somme que les étapes d'un processus continu de minéralisation et qu'il y a en réalité un passage graduel d'une étape à la suivante. Cette interpénétration des phases successives est plus marquée au début du processus qu'à sa fin. Les phénomènes d'altération, de remplacement et de remplissage se sont en effet le plus souvent produits simultanément ou de façon continue, tandis que la phase stérile, la phase de la dolomie et surtout celle de la stibine recouperont en général mécaniquement les précédentes.

3. Dans une même phase, le dépôt s'est effectué sans interruptions ; il y a eu précipitation continue selon toute ou une partie de la paragenèse indiquée, et ceci à partir d'une solution contenant tous les éléments de la phase. L'hypothèse qui admet que chaque minéral correspond à l'injection d'une solution bien déterminée, après cristallisation du minéral précédent, est infirmée dans ce gisement. Si cette hypothèse était exacte, on trouverait soit des dépôts rythmiques, soit des chenaux d'amenée des solutions nouvelles. Ces chenaux formeraient non seulement des veinules microscopiques au travers des premiers dépôts, mais encore des filonnets macroscopiques. On pourrait également trouver, par exemple, des mouches de galène ou de blende dans la roche altérée, ou de la calcite III dans le mispickel, ce qui ne se produit jamais. Aucun élément n'a cristallisé en dehors de sa phase. On doit admettre que les minéraux se sont déposés de façon continue à l'intérieur de chaque phase ; on peut en déduire que l'injection n'était pas loin d'être terminée au moment où la consolidation de toute la masse a débuté.

4. L'hétérogénéité du dépôt montre que certains facteurs ont empêché le bain, lors de sa consolidation, de garder, ou de reprendre, son homogénéité. La viscosité du bain notamment a dû être assez grande.

5. Pendant la cristallisation des sulfures, la mobilité de la solution a été en décroissant. Le mispickel est le minéral le plus régulièrement distribué et a cristallisé dans les conditions les moins limitées ; la jamesonite a cristallisé dans les conditions les plus restreintes et ne se trouve qu'en auréole autour de centres de galène, et cette dernière, à son tour, est localisée au contact

d'une partie du mispickel. Il semble dès lors difficile d'envisager, en l'absence de structures rythmiques, une variation progressive dans la composition de la solution pendant l'injection, dans le sens d'un enrichissement en constituants tardifs (galène — or — jamesonite). Les structures du type très général des figures 19 et 21a tendent à montrer qu'il y a eu différenciation *in situ* postérieure à l'injection, et non un nouvel apport depuis la profondeur de solutions résiduelles riches en galène ou or après le dépôt du mispickel.

6. L'ensemble de ces remarques montre que le dépôt ne s'est fait ni par cristallisation fractionnée à partir d'une solution aqueuse, ni par liquation, ni à partir d'une solution se trouvant dans les conditions d'un magma.

7. Il faut admettre une venue continue, et assez rapide, d'une solution visqueuse, de composition constante, et lente à réagir. Cette solution a modifié la nature chimique et minéralogique de la roche encaissante, et a partiellement réagi avec celle-ci par métasomatose. Du fait de la réaction avec la roche encaissante, le mispickel a cristallisé très rapidement, et la solution résiduelle s'est enrichie en sulfo-antimoniures et en or. Ces derniers minéraux n'ont pas été transportés très loin, mais se sont essentiellement déposés *in situ*, comme le montre la liaison constante entre le mispickel, l'or et les autres minéraux.

Ces conditions peuvent être réalisées lors de l'injection d'une solution colloïdale. Nous reprendrons la discussion de cette hypothèse après l'étude des autres gisements.

3. LE GISEMENT GAREILLAS III

SITUATION ET TRAVAUX.

Le puits Gareillas III a été foncé d'après les indications du sondage 5 jusqu'à une profondeur de 45 m. Un niveau intermédiaire a été attaqué à 35 m, mais au Nord il a bientôt atteint les anciens travaux gallo-romains. Au Sud, ces travaux n'ont pas été touchés, mais la galerie n'en est pas très éloignée comme le montrent des venues d'eau ferrugineuse. Un croiseur de quartz blanc et deux petites failles à rejet réduit ont été recoupés par ce niveau au Sud du puits (*fig. 25 page 55*).

Le niveau 45 a été développé sur environ 55 m de part et d'autre du puits. Il a suivi le filon, qui avait une puissance voisine de 1 m, une direction N 15° W, un pendage 65° W, et des épontes en général nettes. Vers le Sud, les teneurs étaient basses et irrégulières, et le quartz était blanc. Vers 50 m au Sud, le filon se serrait.

Au Nord, une zone bien minéralisée a été traversée sur une vingtaine de mètres; la galerie a été arrêtée sur un serrage du filon comprenant 40 cm de quartz et de gneiss séricitisé. Une tranche a été prise pour les essais industriels en montant dans la zone riche. L'échantillonnage a été effectué à la main par saignées horizontales sur toute la puissance du filon. Il a donné les résultats qui suivent.

Distance axe du puits	Teneur	Puissance	Teneur × puissance	
6 m	5,2	60	312	
	15,1	80	1208	
7 m	12,7	100	1270	
	6,3	90	567	
8 m	2,4	100	240	
	11,2	100	1120	
9 m	6,2	100	620	
	6,2	100	620	
10 m	10,2	100	1020	
	16,9	100	1690	
11 m	3,1	110	341	
	29,2	110	3212	
12 m	3,5	120	420	
	((138,1	120	16572))	
13 m	22,6	120	2712	
	27,2	125	3400	
14 m	19,4	130	2522	
	16,5	130	2145	
15 m	17,9	120	2148	
	23,1	140	3234	
	6,1	135	823,5	
16 m	21,2	140	2968	
	5,8	140	812	
17 m	7,2	150	1080	
	18,2	150	2730	
	2,7	150	405	
18 m	7,0	150	1050	
	65,8	160	10528	
	5,9	160	944	
19 m	35,5	165	5857,5	
	5,5	165	907,5	
20 m	10,8	170	1836	
Teneur > 100 gr/t :		3990	75314,5	T.m. = 18,9
		120	16572	
		3870	58742,5	T.m. = 15,2

Teneur moyenne = $58742,5 / 3870 = 15,2$ gr/t.

Puissance moyenne = $3870 / 31 = 125$ cm.

Le dépilage a été effectué sur une surface de 31,30 m² et avec une puissance moyenne de 150 cm.

Cube dépilé: $31,3 \times 1,5 = 46,95$ m³.

La densité moyenne est celle du quartz: 2,65.

Tonnage dépilé: $2,65 \times 46,95 = 124,4$ t.

De ce tonnage ont été déduits environ 7,5 % de gneiss séricitisé trié sur place, soit $7,5 \times 1,244 = 9,3$ t.

Tonnage envoyé à l'usine: $124,4 - 9,3 = 115,1$ t.

Tonnage passé à l'usine: Sur 115,1 t on a passé 84 t.

Teneur moyenne après broyage: 17,4 gr/t.

Teneur des tailings après traitement: 0,7 gr/t.

Le traitement a consisté en une amalgamation suivie d'une concentration des rejets. Les concentrés de cette opération ont été cyanurés.

Or entré d'après les analyses: $84 \times 17,4$ gr = 1461,6 gr.

Or perdu dans les tailings: $84 \times 0,7$ gr = 58,8 gr.

Or récupéré d'après les analyses: 1402,8 gr.

Amalgame obtenu:	2825	gr
Eponge :	1420	»
Lingot :	1370	»
Titre :	836,1	»

Poids en or fin obtenu: $836,1 \times 1370 \text{ gr} = 1145,33 \text{ gr}$

10 % de l'or entré à la cyanuration: 115,— gr

Récupération réelle: 1260,33 gr

Teneur moyenne récupérée: $1260,33 : 84 = \underline{15 \text{ gr/t.}}$

On voit par cet exemple que la teneur moyenne calculée d'après les échantillons à la main, et après élimination des teneurs trop élevées (au-dessus de 100 gr/t dans ce cas), correspond bien à ce qui est industriellement récupérable, même si les teneurs présentent de forts écarts.

Pour reconnaître l'extension de la zone riche, on a foncé une bure en son centre (Bure Nord). Au niveau 60, une galerie Sud a suivi sur 28 m la zone minéralisée jusqu'à son serrage; la galerie Nord est arrivée au bout de 17 m dans une zone de serrage qu'elle a suivie sur 46 m. Dans ce tronçon, la cassure ne contenait plus que 20 à 30 cm de gneiss séricitisé et écrasé pratiquement stérile (0,3 gr/t).

A 63 m au Nord de l'axe du bure, la fracture suivie s'est brusquement ouverte, le remplissage consistant en quartz richement minéralisé avec une teneur moyenne dépassant 100 gr/t, et une puissance allant parfois au delà de 3 m. Cette allure du filon s'est maintenue sur environ 20 m; plus au Nord, teneur et puissance ont graduellement baissé jusqu'à environ 10 gr/t et 1 m.

Entre 110 et 116 m de l'axe de la Bure Nord, la galerie a rencontré un croiseur NNE, pendage 85° N. Le remplissage de ce croiseur, consistant en quartz minéralisé, présentait de bonnes teneurs; des recoupes ont montré qu'il se coïncitait rapidement au Nord-Nord-Est comme au Sud-Sud-Ouest.

A 125 m enfin, la galerie est entrée dans la Grande Faille N 35° E, de pendage 80° S, déjà reconnue à Gareillas I et par les sondages. Le filon butait sur le remplissage de la faille, qui consistait en 20 à 40 cm de glaise compacte. Au Nord de ce remplissage, les terrains étaient fortement disloqués par de nombreuses diaclasses et des failles accessoires. La figure 24, qui représente l'intersection du filon avec le croiseur et la faille dans le niveau N 60, met en évidence:

1° Que le remplissage du croiseur est postérieur à celui du filon. En effet, le filon est interrompu, et séparé du quartz du croiseur par une bande de gneiss fortement écrasé et séricitisé.

2° Que les terrains au Sud de la Grande Faille ne sont que peu bouleversés; le quartz du filon reste compact jusqu'à sa rencontre avec la faille et n'est guère affecté que par une petite faille très plate qui l'a faiblement rejeté.

La Grande Faille présente tous les aspects d'une faille de compression. Son remplissage glaiseux provient du broyage intense du matériel de la cassure; la lèvre du mur a subi le maximum de dislocations, la lèvre du toit est presque intacte. Son rejet n'a pas encore pu être déterminé avec précision; on a néanmoins retrouvé au Nord de la Grande Faille le rejet du grand filon de porphyrite de Gareillas I avec une composante horizontale d'environ 65 m à main droite. Le sondage 4 a rencontré au Nord, à une profondeur de 38 m 65, une veinule de 25 cm de puissance de quartz à or libre qui doit correspondre au rejet de l'une des cassures des Gareillas. La Grande Faille est probablement une faille inverse.

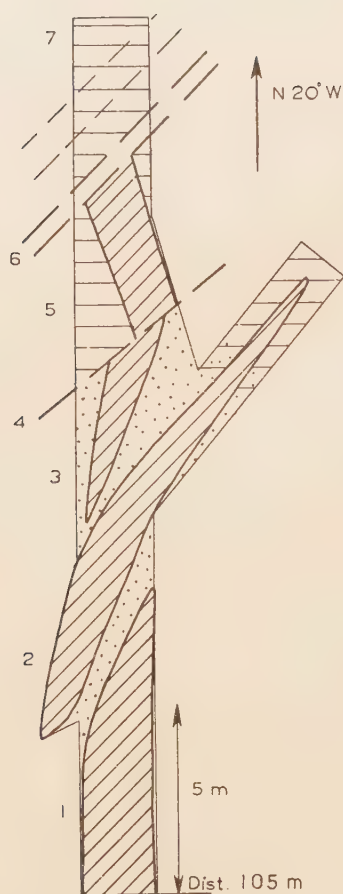


Fig. 24. — Gareillas III.
Niveau N 60 entre 105 et 128 m.

1. Quartz du filon.
2. Quartz du croiseur.
3. Gneiss écrasé et séricitisé.
(« pegmatite »).
4. Faille plate.
5. Gneiss encaissants normaux.
6. Grande Faille.
7. Gneiss disloqués au N de la
Grande Faille.

Les niveaux N 70 et N 90 ont été avancés l'un jusqu'à sa rencontre avec le croiseur, l'autre jusqu'à la Grande Faille. A ces deux niveaux, l'intersection avec ces deux accidents était beaucoup moins nette qu'au niveau N 60. A N 90, le pendage de la Grande Faille a paru être inverse de ce qu'il est normalement, et on n'a pas retrouvé le remplissage caractéristique; on se trouve peut-être en présence d'une branche accessoire. Les terrains sont beaucoup plus fortement broyés qu'au niveau N 60. Le croiseur est moins net, et son remplissage est moins puissant et ne présente de teneurs intéressantes ni à 70, ni à 90 m.

Au Sud du puits, un faillage net a été rencontré aux niveaux 35 et 45; le rejet était insignifiant, et dans les niveaux inférieurs on n'a pas retrouvé cet accident. La galerie du niveau S 90 a été arrêtée dans une zone de faillage peu important, dont le rejet, vers la gauche par rapport à la direction filonienne, ne dépasse pas 2 à 3 m.

Les dépilages se groupent sur deux zones d'enrichissement, dont le détail est donné sur le plan de la distribution des teneurs (*fig. 25*).

ALLURE DU FILON.

Le filon de Gareillas III est d'une netteté et d'une continuité frappantes. Sa direction générale est N 15° W, son pendage moyen 65° W, sa puissance variable entre 30 et 300 cm de quartz. Des deux épontes, le toit est en général le plus net; au mur, le quartz est soudé à la roche encaissante de la manière décrite à Gareillas I. A Gareillas III, les épontes sont plus nettes qu'à Gareillas I (*phot. 7, pl. II*).

Le quartz est souvent disposé en plusieurs bancs dans le filon. Ces bancs sont séparés soit par une surface de glissement, soit par un ou plusieurs bancs de gneiss. Il n'y a pas toujours solution de continuité entre les quartz de deux bancs. L'un peut être blanc, avec peu de sulfures, l'autre gris et richement minéralisé; dans d'autres cas, les deux bancs sont formés de quartz semblable. Parfois, il n'y a qu'une petite branche lenticulaire de quelques mètres de diamètre le long de l'une des épontes, surtout du mur.

La disposition en bancs n'influe que peu sur la distribution des zones riches. Souvent une zone riche passe d'un banc à l'autre; dans d'autres cas, une branche plus riche prend naissance dans un banc plus pauvre, comme si l'or s'était localement « échappé » dans cette branche. D'autre part, le quartz d'un même banc peut varier en hauteur ou en direction: de riche, il peut devenir pauvre, de blanc et sans inclusions de roche encaissante, il peut passer à un quartz grisâtre riche en nodules de gneiss. Enfin, deux ou plusieurs bancs peuvent être séparés par une lentille de gneiss plus ou moins altéré. La figure 26 réunit ces principaux types de remplissage. L'existence des bancs témoigne à notre avis de mouvements intra-filoniens pendant la phase de consolidation.

Ce dessin montre les relations possibles entre les divers bancs de quartz et de gneiss. Les sulfures ont une tendance à se déposer au toit formant salbande; au mur, le passage du quartz au gneiss est progressif (*fig. 29*). La cassure renferme de véritables lentilles de gneiss, dont la teneur en or est inférieure à 2 gr/t.

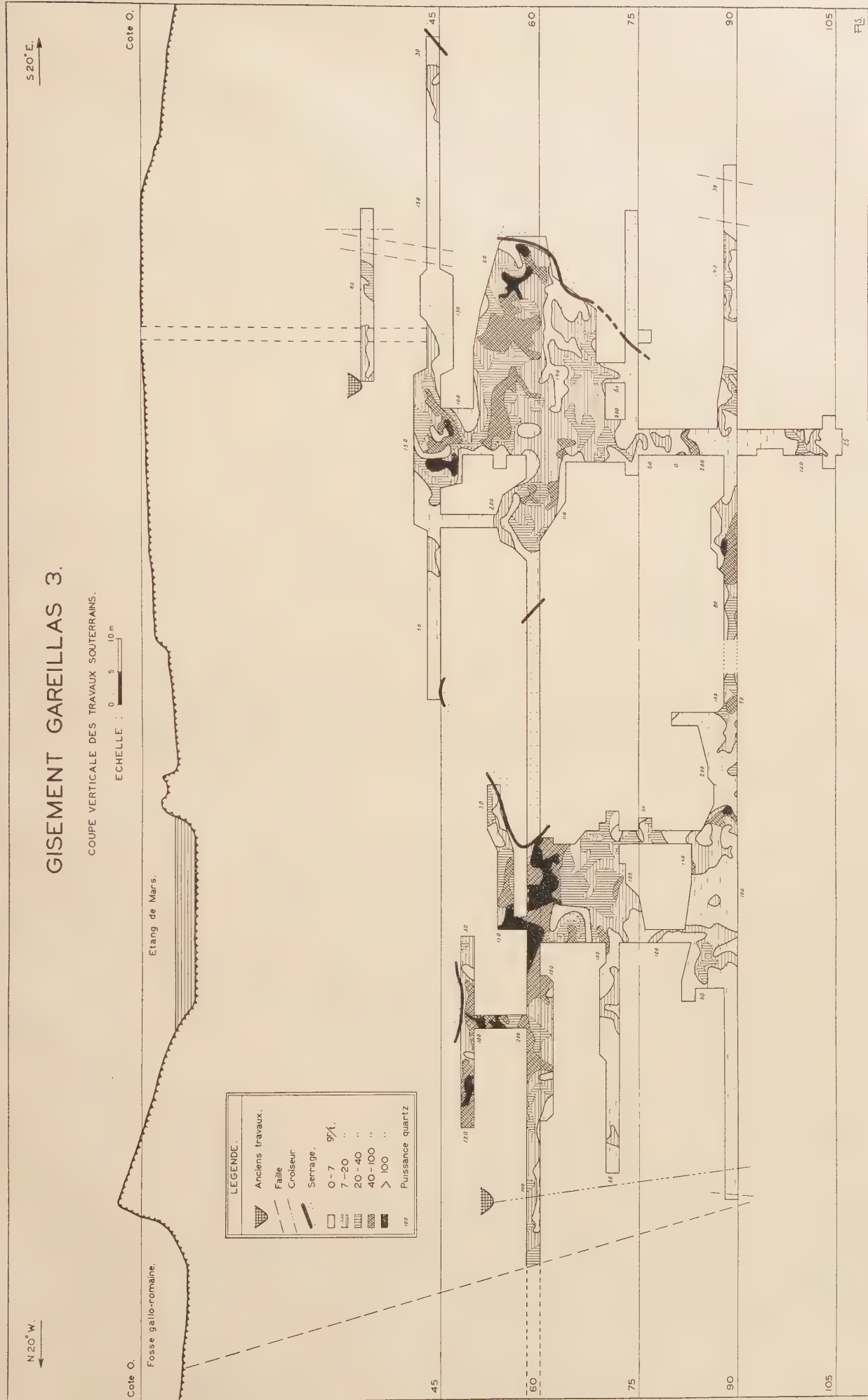


Fig. 25. — Projection verticale des travaux de Gareillas III, avec la distribution des teneurs. — Echelle 1 : 800.

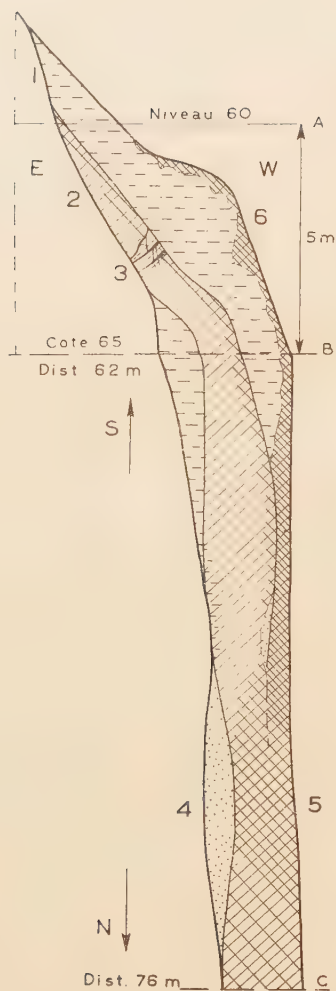


Fig. 26. — Coupe et rabattement du filon Gareillas III dans le dépilage du niveau N 60.

1. Gneiss peu altéré.
2. Quartz blanc.
3. Filonnets de dolomie.
4. Gneiss séricitisé.
5. Quartz à sulfures.
6. Quartz très riche en sulfures.

A Gareillas III, nous n'avons pas non plus rencontré la granulite définie au chapitre II. Comme à Gareillas I, nous sommes ici en présence d'un filon de quartz qui traverse un ensemble de gneiss, amphibolites et leptynites, injecté par des granites diffus beaucoup plus anciens que la minéralisation, et n'ayant aucun rapport avec celle-ci.

Une autre particularité du filon Gareillas III est l'existence d'une plateure au toit, au cœur de chacune des deux zones principales d'enrichissement. Dans ces plateures, qui sont des inflexions locales du toit, le pendage passe de 65° W à un minimum de 25 à 30° W. Il ressort de la figure 27 que l'allure de ces plateures n'est pas la même dans les deux zones d'enrichissement.

En outre, les petites zones riches dispersées çà et là dans le gisement correspondent le plus souvent à une petite inflexion locale du toit.

Ces faits indiquent que l'inflexion locale du toit est un des facteurs mécaniques influant favorablement sur le dépôt du minerai riche.

NATURE DE LA ROCHE ENCAISSANTE.

La roche encaissante comprend les termes habituels de la concession. Ce sont les mêmes gneiss subhorizontaux injectés de granite, de pegmatite et parfois d'aplite, que dans le gisement Gareillas I. Les travaux au stérile étant rares à Gareillas III, nous ne possédons que peu de données sur la roche encaissante non altérée.

A côté des gneiss, il y a quelques bancs schisteux, surtout dans le niveau N 90 et dans le Bure Nord vers 105 m. La présence de ces bancs n'a qu'une influence mécanique sur le filon. Les éponges perdent toute netteté au contact des schistes, et des branches de quartz partent dans le mur et le toit. Les schistes ont en quelque sorte une faculté à se déchirer parallèlement au filon.

Les terrains traversés au Nord de la Grande Faille sont des gneiss roses tout à fait semblables à ceux de Gareillas I. Ils sont fortement disloqués par de petites failles et un réseau serré de diaclases. L'avancement a traversé une poche de dolomie qui contenait des débris fracturés des gneiss et qui paraissait postérieure au faillage du terrain (*phot 5, pl. I*).

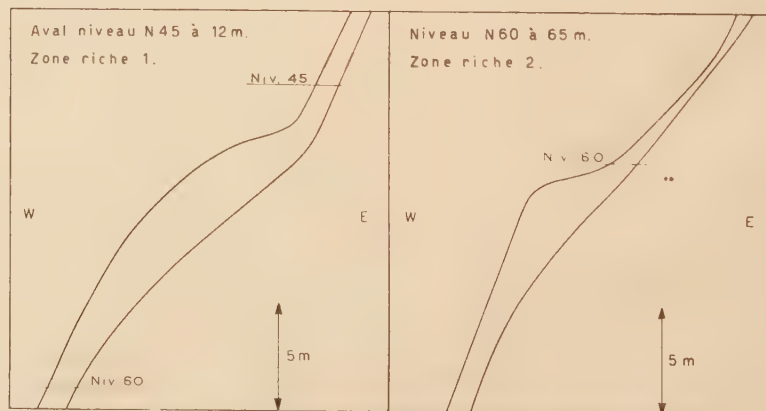


Fig. 27. — Coupe schématique des plateures au toit dans les deux zones d'enrichissement du filon Gareillas III.

Le remplissage de la cassure de Gareillas III consiste en lentilles de gneiss et en lentilles de quartz contenant des sulfures et des débris de roche encaissante (*fig. 28*).

Comme à Gareillas I, le quartz est tantôt blanc, tantôt gris, à éclat cristallin, et plus ou moins laiteux. L'abondance des sulfures est très variable d'un point à l'autre. Dans la zone riche

du niveau N 60, ils étaient extrêmement abondants et formaient parfois des zones à sulfures presque compacts de plusieurs centaines de kg. Dans la veine de 10 à 40 cm de puissance au toit du défilage en profondeur de cette zone, les sulfures formaient environ le 90 % du remplissage. En d'autres régions, il y avait 2 mètres de quartz blanc avec de petites traînées de sulfures, comme au pied de la bure au niveau N 90 à 70 m. Nous décrivons plus loin la nature et l'aspect de la minéralisation.

Les débris de roche encaissante dans le filon offrent les mêmes caractères qu'à Gareillas I (*phot. 7, pl. II*). Les débris rouges sont des rognons de gneiss rose ou de granite peu altérés et correspondent à la « granulite » des mineurs. Les débris verts sont des roches fortement séricitisées dénommées « pegmatite » par les mineurs.

Dans les zones où les sulfures sont abondants, ceux-ci entourent fréquemment les rognons verts d'une croûte de plusieurs millimètres d'épaisseur. Ce phénomène ne se présente jamais dans le cas des nodules rouges, ce qui montre qu'une forte altération hydrothermale favorise le dépôt des sulfures ou inversement (*fig. 29*).

Ce croquis met en évidence le passage progressif du quartz au gneiss du mur. Près du mur, les débris sont faiblement altérés, rouges et entrelardés de veinules de quartz pauvre en sulfures. En allant vers l'intérieur du filon, les débris sont de plus en plus fortement séricitisés et verts. Ces débris sont souvent entourés d'une croûte de sulfures. A 55 cm du mur, il y a même eu un remplacement complet de quelques-uns de ces débris par des sulfures. En se rapprochant encore du toit, on voit d'abord un dépôt rubané de sulfures, puis un plan séparant le premier banc d'un banc où les sulfures sont plus finement dispersés. Après un nouveau plan de séparation, on rencontre enfin une veine de 30 cm de quartz noir très riche en sulfures. Puis, vient le toit très net (*comparer à la figure 26, qui provient de la même région*).

Cette figure complète la photographie 7 (*pl. I*) et la figure 13 (*page 42*) ; elle confirme nos conclusions précédentes sur la manière dont le quartz a pénétré dans les gneiss le long des diaclases, tout en altérant et en remplaçant les débris de roche encaissante. Elle démontre que cette pénétration, accompagnée de l'altération hydrothermale intense et du remplacement des gneiss,

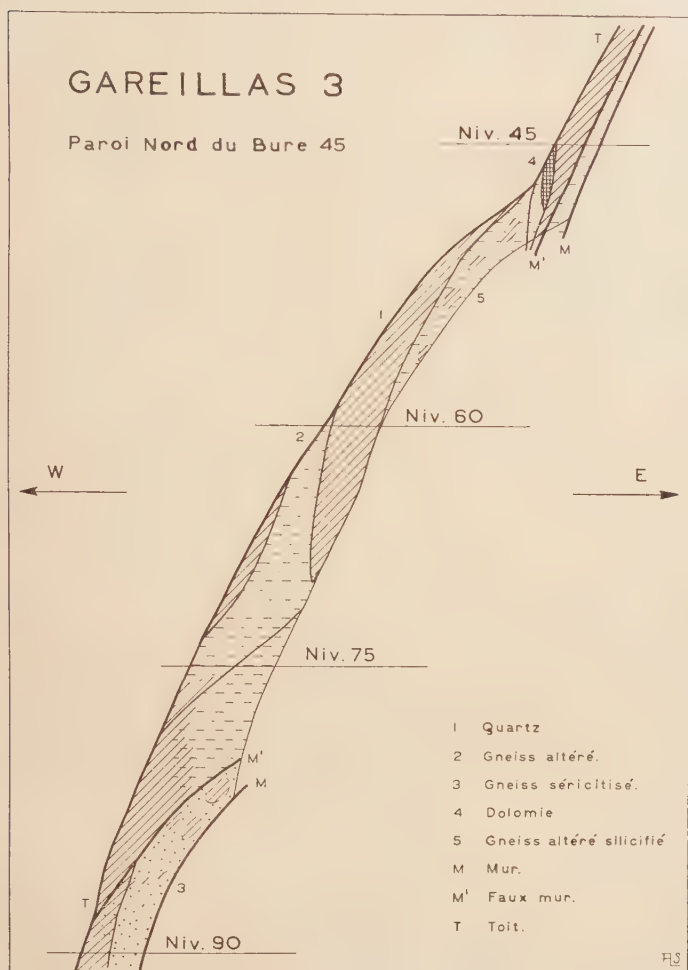


Fig. 28. — Gareillas III. Coupe verticale selon la paroi N de la Bure Nord entre les niveaux 45 et 90.

s'est effectuée à partir du plan de glissement du toit formant salbande, vers les gneiss diaclasés du mur.

ALTÉRATION DE LA ROCHE ENCAISSANTE.

L'altération hydrothermale est identique à celle que nous avons décrite à Gareillas I et consiste en séricitisation, pyritisation, silicification et carbonatation. Dans certaines zones, elle n'est pas uniquement due à des facteurs chimiques, mais elle a été favorisée par un important

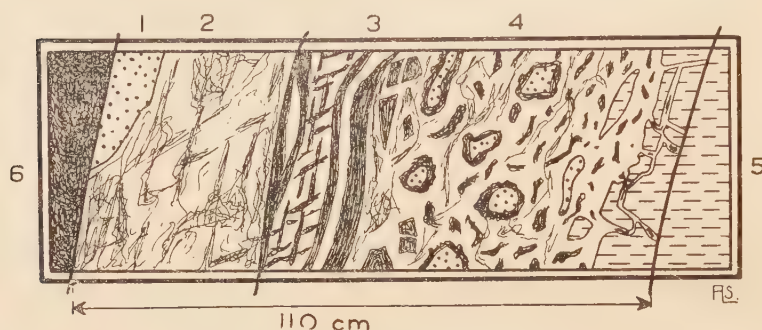


Fig. 29. — Gareillas III. Coupe du filon dans le dépilage du niveau N 60, à 67 m, cote 64 m (voir aussi figure 26).

1. Gneiss séricitisé vert clair (« pegmatite »).
2. Quartz blanc à traînées nébuleuses de sulfures.
3. Quartz gris ayant remplacé des débris de gneiss.
4. Quartz blanc à débris de gneiss séricitisé et mouches et traînées de sulfures.
5. Gneiss encaissant faiblement altéré rose (« granulite »).
6. Banc de quartz très riche en sulfures au toit (puiss. 30 cm.).

écrasement de la roche encaissante. Ce phénomène était particulièrement net au contact du filon avec le croiseur, tant au niveau N 60, qu'au niveau N 90. L'écrasement facilite l'altération hydrothermale, mais il n'est pas indispensable pour la transformation de la roche.

Les granites anciens, qui sont les roches les plus riches en microcline, donnent surtout des rognons roses, car le microcline, qui donne la teinte rose, s'altère beaucoup plus difficilement que les plagioclases. Quant aux amphibolites, leur andésine résiste relativement bien, tandis que la

hornblende est transformée en chlorite contenant de petites plages leucoxéniques; le tout est parcouru par des veinules de calcite associée à de la séricite et à des produits de décomposition indéterminables.

La séricitisation ne s'étend guère au-delà d'un mètre à partir des épontes.

La pyritisation fait sentir son action souvent à de grandes distances du filon. Près de ce dernier, il y a formation de cubes de pyrite très nets; à 3 ou 4 m du filon, on trouve par endroits des nids de quelques mm de diamètre formés de plusieurs cristaux de pyrite assemblés. Enfin, les sondages ont révélé la présence de pyrite dans certaines « veines » de roche encaissante jusqu'à 10 m du filon principal. Il s'agit dans ce cas de zones où se sont produites des fractures accessoires par lesquelles la pyritisation a pu se propager. La liaison entre la pyrite et les produits de décomposition de la biotite démontre que le fer de la pyrite a été emprunté au mica, et que seul le soufre est un élément d'apport (*fig. 14b, page 44*).

La présence de pyrite dans les épontes des filons aurifères est un facteur important pour la prospection de nouveaux gisements.

La roche altérée révèle fréquemment de petites teneurs en or au voisinage du filon. Ces teneurs sont surtout dues à la présence de veinules de quartz minéralisé dans la roche. Elles sont en général de l'ordre de 0,3 à 1,5 gr/t, et négligeables du point de vue industriel; on trie donc certaines parties du minerai sur le carreau du puits, afin d'éliminer les parties démunies d'intérêt. Ces teneurs sont toujours du même ordre de grandeur, qu'il s'agisse de roches peu altérées ou de parties fortement séricitisées. Dans les zones de broyage au voisinage du croiseur, et dans les terrains broyés situés de part et d'autre de la Grande Faille au niveau N 90, la teneur des gneiss altérés était exceptionnellement de 3 gr/t environ.

Des essais effectués à la Mine de Cheni ont montré que la pyrite d'altération hydrothermale est aurifère et contient environ 30 gr d'or à la tonne de pyrite.

Les roches encaissantes révèlent parfois des teneurs en or de l'ordre de 0,1 à 1,5 gr/t en l'absence de tout filon aurifère. L'explication de ce fait nous échappe.

LA MINÉRALISATION.

1. **Distribution générale.** — La minéralisation comprend une gangue de quartz avec un peu de dolomie, et les sulfures suivants: mispickel (très abondant), pyrite, galène, blende, chalcoppyrite, fahlerz (tétréédrite), bournonite et jamesonite, puis de l'or libre tantôt visible, tantôt invisible.

La distribution de l'or et des sulfures est extrêmement irrégulière. Tantôt les sulfures sont compacts et forment la masse du filon, tantôt le quartz est blanc et presque exempt de sulfures. L'abondance des sulfures dans les deux zones riches principales est frappante. Dans le dépilage en profondeur du niveau N 60, la proportion de sulfures diminuait en même temps que la teneur en or baissait, ce qui laisse entrevoir une liaison étroite entre les sulfures et l'or.

Mais d'autre part, des teneurs locales de 20 à 40 gr/t se présentaient parfois dans certaines zones où le quartz était pauvre en sulfures et en or. Nous avons remarqué dans ces zones des traînées « nébuleuses » de sulfures dans le quartz blanc. Des analyses du quartz blanc et du quartz à sulfures nébuleux provenant de ces zones ont donné les chiffres suivants:

1. Niveau N 90 au pied de la bure à 70 m, dans la petite zone riche.

Quartz blanc sans sulfures	(571)	0,8 gr/t.
» » » »	(581)	0,9 »
» » très pauvre en sulfures	(579)	2,7 »
» » à sulfures nébuleux	(580)	25,7 »

2. Dépilage N 90 à 12 m de l'axe de la Bure N, cote 86 m.

Quartz blanc sans sulfures	(699)	0,2 gr/t.
» » pauvre en sulfures	(701)	0,3 »
» » à sulfures nébuleux	(700)	3,7 »

3. Dépilage N 60 en montant, distance 12 m, cote 50 m.

Quartz blanc sans sulfures	(703)	0,3 gr/t.
» » à sulfures	(702)	4,5 »
» » riches en sulfures et à rognons verts . . .	(704)	12,8 »

Ces chiffres montrent clairement que tant dans les zones pauvres (2 et 3) que dans les petites zones d'enrichissement (1), la teneur en or est subordonnée à la présence des sulfures. On rencontre quelquefois cependant des zones riches en mispickel finement cristallisé, avec des teneurs de 2 à 3 gr/t; ceci était notamment le cas au niveau N 90, entre le croiseur et la Grande Faille, mais alors le mispickel avait cristallisé postérieurement au quartz dont il remplissait des cassures irrégulières.

Le quartz blanc sans sulfures ne présente jamais des teneurs dépassant 2 à 3 gr/t.

Ces faits établissent de façon certaine que la présence de l'or est subordonnée à la présence d'une certaine forme de sulfures.

2. **Le quartz** forme, comme à Gareillas I, trois phases, dont les deux premières se sont déposées plus ou moins simultanément (*fig. 29*). La première phase comprend le quartz gris qui a remplacé les débris de gneiss anguleux; la deuxième phase consiste en quartz blanc à mouches de sulfures.

Le fait que les débris altérés ou métasomatisés sont en général bréchiformes et à angles vifs montre que la roche, lors de sa métasomatose, a très longtemps conservé sa cohésion. Les

solutions actives ont peu à peu imprégné la roche encaissante, sans la dissoudre. Cette imprégnation a progressivement effacé la structure primitive de la roche ; finalement, il ne subsistait plus que quelques vagues petites plages de séricite au sein du quartz gris à sulfures. Le quartz blanc à mouches de sulfures a commencé à se déposer en même temps qu'a eu lieu cette métasomatose. Ces deux actions, le remplacement et le remplissage, tout en se développant simultanément, ont progressé du toit au mur. Les sulfures se sont déposés surtout au début de ce processus ; ils avaient une tendance marquée à se concentrer au toit (*fig. 26*).

La structure microscopique du quartz correspond à celle que nous avons décrite précédemment (*fig. 16, page 45, phot. 9, pl. III*).

La troisième phase de quartz comprend les veinules de quartz blanc et stérile qui recourent toute la formation. Leur puissance est toujours réduite et atteint au maximum quelques cm.

3. **La dolomie** est fréquente à Gareillas III. Sa composition est identique à celle de Gareillas I. Elle se présente en poches et lentilles de dimensions variables, qui ont une très nette tendance à se localiser au mur. Dans le niveau N 60, vers 72 m, nous avons vu une poche de dolomie mesurant 1 m 20 d'épaisseur. La dolomie renferme des lentilles bréchiformes de minerai aurifère (*phot. 3, pl. I*), et contient des géodes tapissées de calcite transparente. Dans les fractures de la dolomie, on trouve par endroits des croûtes de pyrite concrétionnée postérieure aux carbonates (face gauche du bloc de la photographie 3).

La photographie 4 représente une petite lentille de dolomie au mur du filon de quartz dans le niveau N 90, à environ 80 m.

On trouve souvent de petites veines et lentilles de dolomie dans les plans de séparation des divers bancs de quartz, et ce carbonate est plus nettement postérieur à la formation de Gareillas III qu'à celle de Gareillas I, où il est parfois intimement mélangé au quartz du filon.

4. **Le mispickel** est le sulfure le plus répandu dans ce gisement. Il se trouve sous des formes variées. Les dimensions des cristaux varient de quelques dixièmes de mm à 1 cm, mais elles sont en général voisines de 0,5 à 1 mm. Les grands cristaux sont rares et plus particulièrement localisés dans les zones pauvres. Le mispickel est toujours intimement mélangé au quartz, sauf dans de rares cas où nous l'avons rencontré dans des cassures de celui-ci ; ces cassures présentaient des surfaces curieusement ondulées, et la teneur en or de l'ensemble était insignifiante.

Dans les zones riches, le mispickel se présente sous deux formes : dans les zones à sulfures compacts, il constitue la masse principale en cristaux de 1 à 2 mm, et dans les zones à sulfures éparpillés, on le trouve en traînées, en mouches ou en amas en « échelons », toujours en cristaux de 1 à 2 mm, ou moins.

Dans les zones pauvres et stériles, les cristaux sont irréguliers et de dimensions variables, ou ils colmatent les cassures irrégulières du quartz.

5. **La pyrite** est plus abondante qu'à Gareillas I. On la trouve intimement associée au mispickel dans les zones à sulfures compacts. Dans ces zones, la pyrite a tendance à entourer le mispickel, les deux étant cimentés par les autres sulfures. Les cristaux de pyrite sont plus grands que ceux du mispickel.

Dans les épontes, la pyrite est due à l'altération hydrothermale. Elle s'y présente en cubes et en octaèdres isolés parfaitement frais, de 1 à 3 mm de diamètre, ou en nids de plusieurs de ces cristaux assemblés.

Il existe aussi des cristaux résiduels de pyrite remplacés par la masse du minerai ; ils proviennent de la métasomatose partielle de la pyrite d'altération hydrothermale.

En tenant compte de la pyrite concrétionnée des cassures de la dolomie, nous avons donc à distinguer trois sortes de pyrite.

6. **La galène** est surtout abondante et bien visible dans les zones riches en sulfures, où elle se présente en traînées fines formant de petits réseaux tout à fait irréguliers dans les autres sulfures. Dans les zones où le quartz est moucheté de sulfures, la galène s'associe de préférence

au mispickel. Dans la zone à sulfures compacts du niveau N 60, nous avons trouvé exceptionnellement des cubes de galène mesurant jusqu'à 5 mm.

La présence simultanée de mispickel fin et de galène est un indice de bonne teneur en or. L'inverse n'est pas toujours vrai : à une bonne teneur ne correspond pas toujours une association mispickel-galène. L'étude chalcographique du minerai permettra d'interpréter ces observations.

7. **La blende** se rencontre toujours en plages isolées de 1 à 4 mm de diamètre. Elle ne présente pas de caractères particuliers.

8. **Les sulfures rares** comprennent la chalcopyrite, le fahlerz ou tétraédrite, la bournonite et la jamesonite-boulangérite. On ne peut les distinguer que difficilement les uns des autres à l'œil nu. La jamesonite est reconnaissable à ses fines aiguilles rayonnant autour des plages de galène et parfois visibles à l'œil nu ; le fahlerz se reconnaît à un éclat plus bleuté que celui de la galène. On les trouve disposés surtout dans les zones riches en sulfures, en fines traînées toujours associées au mispickel et à la galène.

9. **L'or** est rarement visible. Ce n'est que dans les zones à 50 gr/t et plus que l'on en trouve de petites plages, ou exceptionnellement des grains mesurant au maximum 1 mm de diamètre. Les plages d'or, facilement reconnaissables à leur éclat jaune brillant et leur toucher rugueux, *ne sont jamais isolées dans le quartz, mais toujours associées au mispickel et (ou) à l'un des sulfures galène, fahlerz, jamesonite*. Les grains d'or ont des formes capricieuses et sont munis de nombreuses aspérités plus ou moins arrondies.

10. **Résumé.** — De ce qui précède, nous devons retenir que l'or est étroitement associé au mispickel fin accompagné de l'un des sulfures plombeux. L'étude de la répartition des zones riches en or revient donc à étudier la répartition de l'association mispickel-sulfures plombeux.

Dans la précipitation des sulfures, l'altération hydrothermale et la métasomatose jouent un rôle prépondérant.

La succession des phases de dépôt dans le filon Gareillas III est la suivante :

Phase I.	Altération hydrothermale :	Pyrite, séricite, calcite, quartz.
Phase II.	Minéralisation :	
	Simultanément {	Remplacement: Quartz gris I — sulfures et or.
		Remplissage: Quartz blanc II — sulfures et or.
Phase III.	Consolidation :	Quartz blanc III, stérile.
Phase IV.	Phase terminale :	Dolomie, calcite, pyrite.

CHALCOGRAPHIE DU MINÉRAI.

Nous avons plus particulièrement étudié le problème de la paragenèse des composants du minerai et celui de la localisation de l'or.

1. **Le mispickel** se présente en cristaux toujours fendillés, fracturés et brisés. Les fractures sont cimentées par le quartz ou par des sulfures. La dimension moyenne des cristaux est comprise entre quelques dixièmes de mm et 2 mm.

A l'intérieur des cristaux de mispickel, nous avons parfois observé de petits débris d'un minéral un peu plus tendre, de teinte olive rosé, pléochroïque et fortement anisotrope. La dimension de ces débris est en général voisine de 0,01 mm. Ils sont très rares et exclusivement situés à l'intérieur du mispickel. Il s'agit probablement de résidus anguleux d'énargite ou de pyrrhotine, et ces débris constituent les seules traces de ces minéraux dans les gisements des Gareillas (*fig. 35 b*).

2. **La pyrite** est rare et en général étroitement associée au mispickel. Dans les zones où elle est abondante, elle est nettement postérieure au mispickel dont elle cimente les débris.

Dans les zones où elle est rare, ses relations avec les autres minéraux sont difficiles à définir, ce qui provient du grand pouvoir cristallisateur de la pyrite et de sa résistance à la fracture. Les figures 30a et 30b représentent deux associations typiques : celle de la pyrite avec le mispickel antérieur, et celle avec la galène postérieure. A part cette forme de pyrite, il existe des cristaux nettement résiduels, antérieurs au mispickel et associés à la séricite, comme ceux de la figure 18 (*Gareillas I, page 47*) ; ce sont les restes des cristaux de pyrite d'altération hydrothermale partiellement métasomatisés.

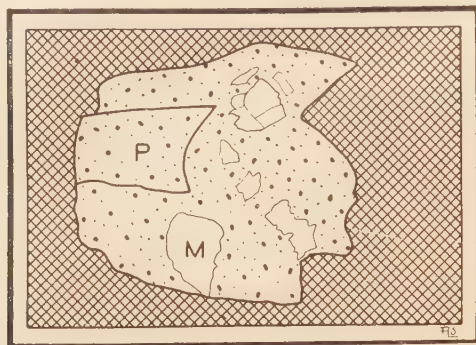


Fig. 30 a. — Gareillas III.

Niveau N 60 vers 70 m.

Ech. 437. Gross. = 120.

P = pyrite. M = mispickel.

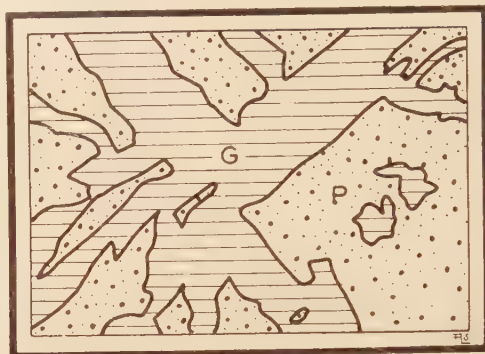


Fig. 30 b. — Gareillas III.

Niveau N 60 vers 90 m.

Ech. 462 c. Gross. = 150.

G = galène.

La succession est la suivante :

1. Pyrite I d'altération hydrothermale.
2. Quartz I et II.
3. Mispickel.
4. Pyrite II.
5. Galène.
6. Quartz I et II.

3. **Galène.** — *Association galène-fahlerz.* — La galène est étroitement associée au fahlerz, qui se présente sous trois formes.

La première comprend des inclusions anguleuses de 0,01 à 0,03 mm dans la galène. Ces inclusions ont une tendance à s'aligner suivant les plans cristallographiques de la galène, et leurs

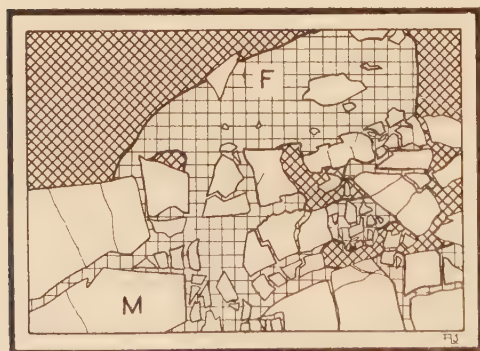


Fig. 31. — Gareillas III. Niveau N 60 vers 75 m.

Ech. 67 a. Gross. = 300.

M = mispickel. F = fahlerz.

alignements ou leurs côtés sont souvent parallèles aux côtés des arrachements triangulaires de la galène. Sous sa deuxième forme, le fahlerz relaie la galène dans les cassures du mispickel, ou forme avec elle les plages qui colmatent les débris de mispickel. La relation galène-fahlerz est impossible à préciser dans ces plages (*phot. 13*). Enfin, le fahlerz peut à lui seul former les plages et filets dans les débris de mispickel, tout à fait de la même manière que la galène (figure 31 et 34b) ; nous n'avons jamais trouvé d'inclusions de galène dans ces plages.

La présence d'inclusions de fahlerz dans la galène, alors que le contraire ne se produit pas, laisse supposer que la galène a remplacé le sulfantimoniure ; les inclusions ont d'ailleurs une distribution trop irrégulière pour que l'on puisse envisager l'hypothèse contraire.

Association galène-fahlerz-chalcopryrite. — L'association précédente est inséparable de la chalcopryrite. Cette dernière se présente dans le minerai, soit associée aux plages de galène-fahlerz, soit en très fines inclusions dans le fahlerz, rarement dans la galène, soit en inclusions fines dans la blende.

La photographie 14 (*pl. III*) met en évidence le premier mode d'association dans un échantillon riche en chalcopryrite, provenant du cavalier de la fosse de l'Etang de Mars. Chaque fois que les plages de galène-fahlerz renferment de la chalcopryrite, cette dernière est en relations étroites avec le fahlerz; dans les parties de galène, les plages de chalcopryrite sont soit accompagnées d'un peu de fahlerz, soit situées au voisinage de plages de fahlerz. Ces observations témoignent de la relation étroite entre la chalcopryrite et le fahlerz, minéraux nettement suivis, ou remplacés, par la galène. D'autre part, si la chalcopryrite se trouve essentiellement *dans* le fahlerz (en mettant à part son association avec la blende), ce dernier se présente souvent seul. Nous en avons déduit que la chalcopryrite a été remplacée par le fahlerz dès qu'elle se formait. La succession la plus probable est donc: 1. Chalcopryrite, 2. Fahlerz, 3. Galène.

Association galène-jamesonite. — La jamesonite se présente dans le minerai des Gareillas sous forme de fines aiguilles de 0,01 à 1 mm de longueur et de quelques centièmes de mm d'épaisseur. Elle est rare, et ce n'est que dans la zone riche du niveau N 60 que nous avons pu l'étudier de plus près.

D'une part, les aiguilles sont disposées en auréoles plus ou moins régulières autour de centres de mispickel et de galène, et dans ce cas, elles sont postérieures à ces deux minéraux. D'autre part, la jamesonite se trouve en fines aiguilles *dans* la galène. La longueur de ces aiguilles-là ne dépasse pas 0,1 mm, l'épaisseur étant environ 10 fois moindre. Enfin, la jamesonite et la galène peuvent former des plages où les deux sont intimement associées (*phot. 15*). Dans ce cas, la structure de la jamesonite est tantôt nettement fibreuse, tantôt à tendance allotriomorphe grenue.

Dans le cas des plages associées, la galène doit être postérieure à la jamesonite. En effet, dans ces plages on ne trouve le mispickel que sous forme de résidus squelettiques (*phot. 15*), ce qui montre que la jamesonite a dû remplacer directement le mispickel. Ce fait est confirmé par une structure que nous avons observée dans le minerai de Gareillas II (*fig. 40b, page 72*). Si le remplacement s'était effectué par l'intermédiaire de la galène, la jamesonite aurait attaqué le mispickel à partir des veinules de galène qui le parcourent, et on aurait dû trouver des structures témoignant d'une telle action. Ensuite, on trouve dans la galène de petites plages et aiguilles de jamesonite résiduelles, alors que le contraire ne s'observe que rarement.

Nous avons par conséquent deux phases de jamesonite, dont l'une est antérieure à la galène et l'autre postérieure. Les aiguilles de la première phase sont en moyenne une dizaine de fois plus petites (0,1 mm) que celles de la seconde (1 mm), et la deuxième phase est beaucoup plus fréquente que la première. Nous écrirons la succession:

1. Jamesonite I.
2. Galène.
3. Jamesonite II.

Association galène-jamesonite-blende. — La photographie 16 (*pl. III*) représente une figure de remplacement entre la galène et la blende d'un type courant à Gareillas III. On observe dans la blende et la galène de petites aiguilles de jamesonite (sur la photographie peu visibles dans la galène). Dans la blende, ces aiguilles ne se rencontrent que là où elle est *en contact avec de la galène qui en contient aussi*. Dans la galène, par contre, on les observe également en l'absence de blende. Un fort grossissement (*phot. 17*) permet de voir qu'au contact de la blende avec la galène contenant des aiguilles de jamesonite, ces dernières se continuent dans la blende. La seule explication plausible de cette structure est d'admettre que la blende a remplacé sélectivement l'ensemble galène-jamesonite, en laissant intacte la jamesonite.

Remarquons encore que la jamesonite I se présente, soit en petites aiguilles bien délimitées (*phot. 17*), soit en plages à structure variable (*phot. 15*). Si les petites aiguilles correspondent certainement à la jamesonite, il est fort possible que les plages plus ou moins grenues soient

formées de *boulangérite*. La similitude optique de ces deux minéraux est en effet telle que l'on ne peut les distinguer que par leur habitus.

Il semble donc que nous ayons deux séries de cristallisation convergeant vers la galène et suivies par la blende: la série chalcopryrite-fahlerz-galène et la série jamesonite-galène. Nous n'avons pas trouvé de relations entre ces deux séries dans le minerai de Gareillas III.

4. **La bournonite** est rare dans le minerai de Gareillas III. Nous l'avons exclusivement rencontrée dans les zones à jamesonite-galène, où elle était en relations étroites avec la galène. Comme cette dernière, elle renferme des aiguilles de jamesonite (*phot. 18, pl. IV*). La blende forme avec la bournonite des associations semblables à celles qu'elle forme avec la galène; elle lui est par conséquent postérieure. La bournonite est bien caractérisée par ses lamelles de macle polysynthétiques formant un parquetage. Les relations de pouvoir réflecteur et de dureté entre les divers sulfo-antimoniures et la galène sont typiques sur les photographies 18 et 24 (*pl. IV*).

	Dureté	P.R.	Anisotropie
<i>Jamesonite</i>	Le plus tendre	37,5 %	Anisotrope
<i>Galène</i>	Tendre	44 %	Isotrope
<i>Bournonite</i>	Dur	33 %	Faiblement anisotrope
<i>Fahlerz</i>	Le plus dur	29 %	Isotrope

La bournonite pourrait être légèrement postérieure à la galène, dont elle renferme parfois des inclusions. Sa présence exclusive dans les zones à jamesonite-galène est remarquable.

5. **La blende** se présente surtout en plages isolées qui renferment fréquemment de petites inclusions de chalcopryrite. Ces inclusions sont de deux types, dont le premier se présente en petites plages plus ou moins anguleuses de 0,01 à 0,04 mm de diamètre (*fig. 32*).

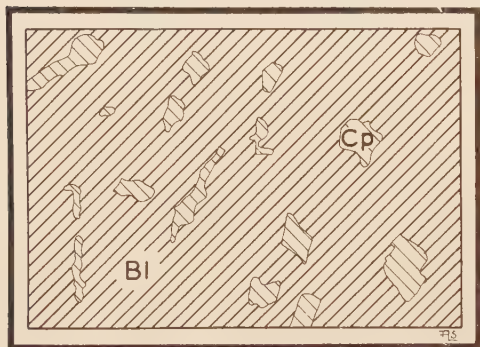


Fig. 32. — Gareillas III. Niveau 45.

Ech. 426. Gross. = 500.

Bl = blende. Cp = chalcopryrite.

Le second type comprend des inclusions de 0,001 mm alignées suivant deux directions à peu près perpendiculaires (*phot. 19*). Nous avons rencontré ce type dans un échantillon provenant du cavalier de la grande fosse de l'Etang de Mars, échantillon formé de sulfures fins et compacts riches en chalcopryrite. On observe sur la photographie qu'une veinule de blende est dépourvue d'inclusions de chalcopryrite; cette veinule est par conséquent postérieure à la formation blende-chalcopryrite. Deux autres veinules recoupent toute cette formation; l'une contient du fahlerz, l'autre renferme de la chalcopryrite et un peu de galène. Le fahlerz est postérieur à la veinule de chalcopryrite dans laquelle il a pénétré. La

galène, à peu près au contact chalcopryrite-fahlerz, n'a pas de position nette. On peut la considérer comme le dernier minéral formé, ce qui est le cas normal. Localement, nous aurions ainsi la succession suivante:

1. Blende I - chalcopryrite I.
2. Blende II.
3. Chalcopryrite II.
4. Fahlerz.
5. Galène.

Nous avons retenu cette observation pour montrer combien le mécanisme du dépôt peut être complexe en un point donné, et combien il est difficile de généraliser des observations

locales sur la paragenèse. Rien ne nous permet d'affirmer par exemple que ce dédoublement de la succession blende-chalcoppyrite est général au travers de tout le gisement.

La blende est toujours postérieure au mispickel, dont elle cimente quelquefois des débris (*fig. 33*). Mais en règle générale, la blende s'isole en mouches de quelques mm de diamètre, et cette tendance à s'isoler et à présenter plusieurs temps de cristallisation nous a paru caractériser la blende dans ce gisement.

6. **Succession des sulfures.** — Nos observations permettent d'établir la succession suivante dans la cristallisation des sulfures :

1. Pyrite I d'altération hydrothermale.
2. Quartz I et II.
3. Mispickel.
4. Pyrite II.
5. Chalcoppyrite I.
6. Blende I.
7. Chalcoppyrite II.
8. Fahlerz.
9. Galène.
5. Jamesonite I.
6. Galène
7. Bournonite.
8. Blende II.
9. Jamesonite II.
10. Quartz I et II.

L'âge relatif de la jamesonite et du fahlerz nous est inconnu.

7. **L'or.** — Nous avons rencontré de l'or dans 24 échantillons sur 54, où il se présentait sous deux formes principales.

Association mispickel-or-galène-fahlerz. — Comme nous l'avons vu précédemment, les cristaux de mispickel brisés sont fréquemment colmatés par la galène et le fahlerz. Ces deux minéraux pénètrent également dans les fentes du mispickel. En examinant ces fentes à de forts

grossissements (300 à 900 fois), nous y avons rencontré de nombreux grains d'or. Sur 10 surfaces polies nous avons mesuré les dimensions de 40 de ces grains. Le diamètre de 37 d'entre eux variait entre 0,003 et 0,05 mm; 3 autres mesuraient 0,3 mm. Toutes les fois que nous avons rencontré de tels grains, leurs dimensions étaient de cet ordre de grandeur. La dimension moyenne la plus fréquente est celle de 0,01 à 0,03 mm. Les figures 34 représentent quelques-unes des associations les plus typiques.

La photographie 20 représente le cas le plus général et le plus typique du mode de distribution de l'or dans les filonnets extrêmement fins de galène et de fahlerz qui parcourent le mispickel (*pl. IV*).

Ces exemples montrent que l'or s'est déposé au contact du mispickel, soit avec la galène,

soit avec le fahlerz (*plus ou moins la chalcoppyrite*), sans former d'inclusions au sens strict du mot dans ces sulfures. Il semble que l'or en solution ait présenté deux tendances: celle de précipiter par entraînement avec le fahlerz et la galène, et celle de se fixer au contact de ces minéraux avec le mispickel. La première tendance peut être expliquée par *coagulation* à partir d'une solution colloïdale, la deuxième par *fixation* sous des tensions électrolytiques, ou par un effet polarisant.

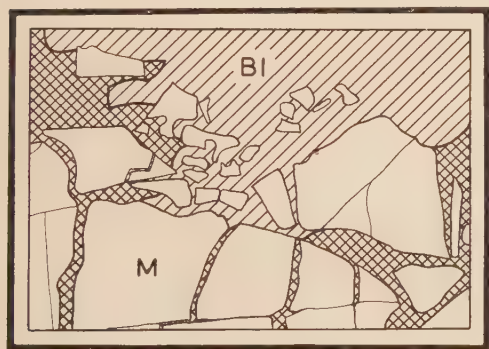


Fig. 33. — Gareillas III. Niveau N 60.
Ech. 460 a. Gross. = 450.
M = mispickel. Bl = blende.

Nous pourrions donc admettre que l'or a été *précipité* par des agents coagulants à partir d'une solution colloïdale en même temps que la galène et le fahlerz, et qu'il a ensuite été *fixé* par un effet polarisant existant entre le mispickel et les minerais de plomb. L'or semble avoir une légère préférence pour la galène par rapport au fahlerz: si les deux sont présents, l'or est logé dans la galène (fig. 34 b).

Association mispickel-or. — Dans un certain nombre de coupes, nous avons rencontré des grains d'or localisés dans le mispickel seul, ou en contact avec lui. Dans les dix coupes où nous

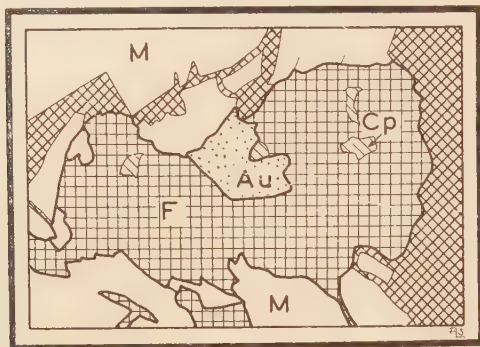


Fig. 34 a. — Gareillas III.
Niveau N 60 à 70 m.
Ech. 66. Gross. = 650.

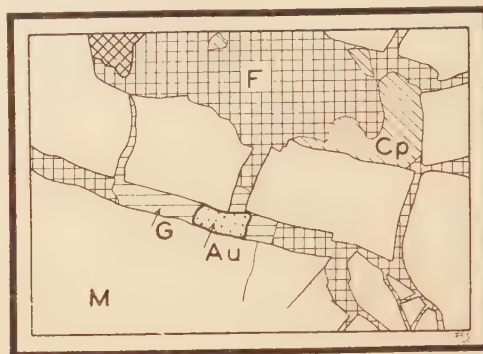


Fig. 34 b. — Gareillas III.
Niveau N 60 à 75 m.
Ech. 67 a. Gross. = 650.

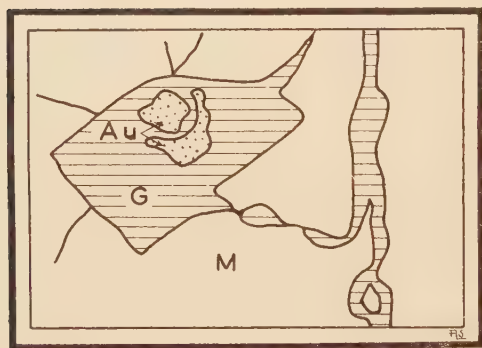


Fig. 34 c. — Gareillas III.
Niveau N 60 à 70 m.
Ech. 62 a. Gross. = 300.

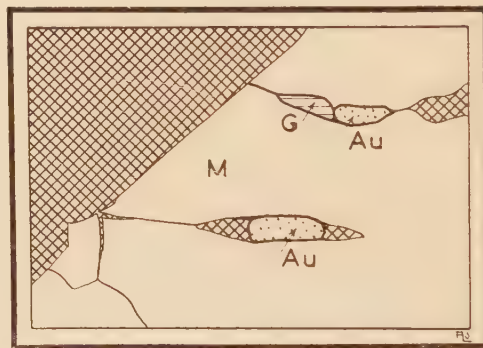


Fig. 34 d. — Gareillas III.
Niveau N 60 à 105 m.
Ech. 115 a. Gross. = 200.

M = mispickel. G = fahlerz. Cp = chalcopyrite. G = galène. Au = or.

avons rencontré de tels grains, ceux-ci mesuraient entre 0,03 et 1 mm, leur dimension moyenne étant environ 0,2 mm, soit 10 fois plus grande que dans le cas précédent. La photographie 21 représente un exemple typique de cette association. Nous y voyons l'or pénétrant au centre d'une plage de mispickel. D'autres modes de pénétration de l'or sont mis en évidence par les figures 35.

L'examen des figures 35 suscite de suite la question de savoir si l'or a remplacé le mispickel, ou s'il en a simplement colmaté les débris. Dans les figures 35a et 35c, le rôle de l'or semble se borner à un simple colmatage des débris. Dans la photographie 21, l'or peut donner l'impression d'avoir rongé le mispickel. Mais en comparant la forme de la plage d'or à la forme des plages de quartz, on remarque que ces formes sont très semblables. Nous pouvons donc admettre un simple colmatage également dans ce cas. Dans la figure 35b il semble que le remplacement ait pu jouer un rôle. La présence du grain d'or serait facilement explicable si l'on admettait une certaine

pénétration chimique, car toute trace de cassure fait défaut. Il est toutefois possible que l'or soit simplement collé *sur* le mispickel. Le cas de la figure 36b est semblable.

Autres associations de l'or avec le mispickel. — Nous avons parfois rencontré de grandes plages d'or (0,1 à 1 mm) colmatant non seulement du mispickel, mais englobant également des plages de galène ou de fahlerz (fig. 36 a et 36 b).

Dans la figure 36a, l'or cimente non seulement le mispickel, mais également un peu de galène à laquelle il peut être légèrement postérieur. La figure 36b montre l'or pénétrant dans des

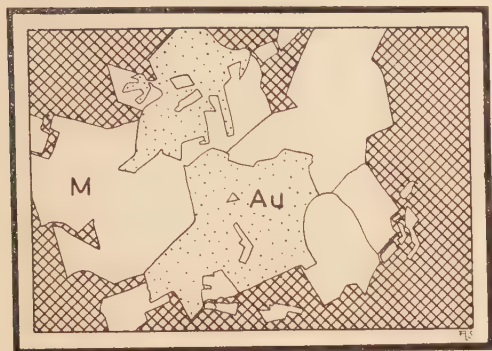


Fig. 35 a. — Gareillas III.

Niveau N 60 à 75 m.

Ech. 373. Gross. = 100.

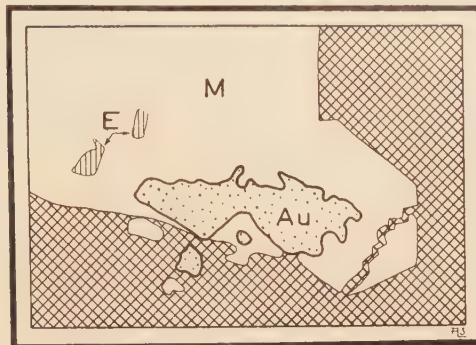


Fig. 35 b. — Gareillas III.

Niveau N 60 à 78 m.

Ech. 61. Gross. = 100.

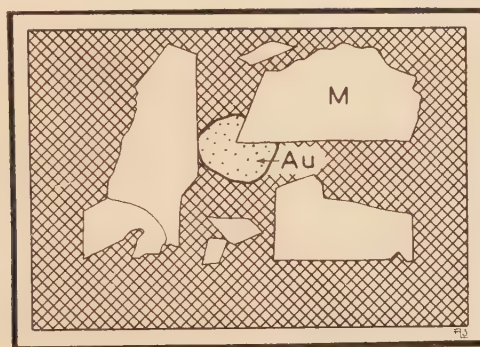


Fig. 35 c. — Gareillas III.

Niveau N 60 à 70 m. Ech. 65. Gross. = 300.

M = mispickel. E = énargite (?). Au = or.

cristaux de mispickel de la même manière que dans la figure 35b. Le remplacement peut avoir joué un rôle, mais reste tout de même hypothétique et l'or est peut-être simplement collé à la surface des cristaux de mispickel. La galène paraît contemporaine de l'or dans ce dessin.

Ces quelques observations mettent en lumière que l'or peut également cimenter le mispickel, la galène et le fahlerz ; dans la plupart des cas, il est néanmoins contemporain de la galène et du fahlerz.

Association or-jamesonite. — Dans un seul cas, nous avons trouvé des inclusions d'or dans la jamesonite I. La photographie 22 montre des plages de jamesonite, de structure plus ou moins fibreuse, qui renferment des filaments d'or allongés, mesurant environ 0,1 à 0,05 mm, et une plage de 0,1 mm de diamètre. L'allongement des filaments est parallèle à l'allongement des fibres de jamesonite. L'or est renfermé à l'intérieur des fibres de jamesonite sans se trouver dans les fines fissures de quartz qui parcourent la jamesonite dans le sens de l'allongement des fibres. Cette structure prouve de façon irréfutable la coprécipitation de l'or et du sulfo-antimoniure.

Association or-pyrite. — Dans un cas, nous avons rencontré un grain d'or dans la pyrite (fig. 37). Sa dimension était de 0,03 mm et il était associé à une plage de fahlerz un peu plus grande.

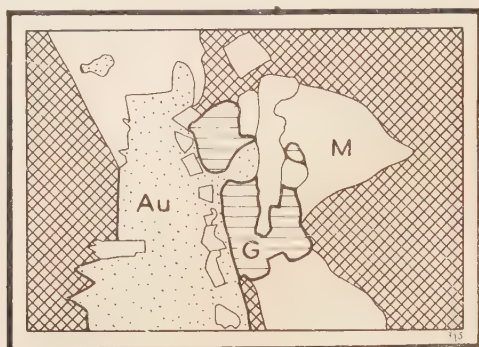


Fig. 36a. — Gareillas III.
Niveau N 60 à 75 m.
Ech. 415 a. Gross. = 150.
M = mispickel.

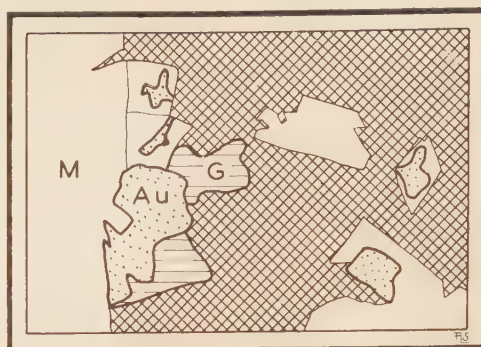


Fig. 36b. — Gareillas III.
Niveau N 90.
Ech. 465 a. Gross. = 300.
G = galène. Au = or.

Sa relation avec la pyrite était peu nette ; l'or et le fahlerz avaient probablement envahi la pyrite par une petite cassure, invisible sur la figure.

En résumé, l'or se trouve principalement sous 2 formes dans le minerai de Gareillas III.

a) Or libre en grains de 0,03 à 1 mm de diamètre, la dimension moyenne étant de 0,2 mm environ. Ces grains se trouvent, soit dans le mispickel, soit au contact du mispickel avec d'autres sulfures ou avec le quartz.



Fig. 37. — Gareillas III. Niveau N 60.
Ech. 460. Gross. = 350.
P = pyrite. F = fahlerz. Au = or.

b) Or libre très fin relayant la galène et le fahlerz qui remplissent les fissures du mispickel. Les dimensions de ces particules d'or varient entre 0,003 et 0,05 mm, la dimension moyenne étant de 0,02 mm.

D'autre part, on trouve quelquefois des particules d'or renfermées dans la jamesonite, et même dans la pyrite, mais l'or n'est jamais isolé dans la gangue de quartz.

Ces faits expliquent pourquoi les zones riches ne se trouvent qu'en présence de sulfures, et pourquoi la présence simultanée de mispickel et de galène (ou de fahlerz) est un indice de bonne teneur.

L'or semble avoir précipité par entraînement simultanément avec la galène, le fahlerz, la jamesonite I et peut-être avec la chalcopryrite (fig. 34 a). Il s'est fixé de préférence au contact de l'un de ces minéraux avec le mispickel. On trouve du mispickel sans galène et sulfo-antimoniures, mais pas de sulfo-antimoniures sans mispickel, ce qui démontre qu'une certaine différenciation de la solution initiale par cristallisation fractionnée a eu lieu, mais que les solutions résiduelles n'ont jamais été transportées très loin ; elles ont pratiquement cristallisé *in situ*.

CONCLUSIONS.

La paragenèse du minerai de Gareillas III est la suivante :

Phase I. Altération hydrothermale.

1. Pyrite I.
2. Séricite.
3. Calcite I.

Phase II. Minéralisation.

4. Quartz I et II.
5. Mispickel.
6. Pyrite II.
7. Chalcopyrite I.
8. Blende I.
9. Chalcopyrite II (— or ?).
- 10-11. Fahlerz-jamesonite I - or.
12. Galène-or.
13. Bournonite.
14. Blende II.
15. Jamesonite II.
16. Quartz I et II.

Phase III. Consolidation.

17. Quartz blanc III, stérile.

Phase IV. Phase terminale.

18. Dolomie.
19. Calcite III.
20. Pyrite III.

Comme le filon de Gareillas I, celui de Gareillas III est encaissé dans des gneiss sub-horizontaux injectés de granites anciens, et l'intrusion de ces granites anciens précède d'au moins une période orogénique les circulations hydrothermales aurifères.

Le dépôt du quartz minéralisé s'est effectué par altération et remplacement d'une partie du matériel broyé d'une cassure des gneiss (*fig. 28 et 29*). Les phénomènes se sont succédé de façon continue depuis l'apparition de la pyrite d'altération hydrothermale jusqu'à la cristallisation de la jamesonite II, et l'on constate un passage graduel entre l'altération de la roche encaissante, consistant en séricitisation, pyritisation, silicification et carbonatation, et son remplacement complet par le quartz à sulfures. Simultanément s'est déposé du quartz blanc de remplissage, également minéralisé.

La solution originelle dont provient le dépôt s'est différenciée *in situ* par cristallisation fractionnée. L'absence de tout dépôt rythmique, de toute régularité dans les bancs de quartz, l'absence de traces de redissolution et de reprécipitation du mispickel, ou d'autres indices d'une variation possible dans la composition de la solution initiale, mettent en évidence que la cassure du filon n'a nullement servi de chenal à de longues et lentes circulations très fluides, se différenciant au fur et à mesure de leur cheminement. Nos observations, au contraire, font apparaître que la nature et la composition de la solution initiale sont restées les mêmes pendant toute la durée de l'apport ; dès qu'en un point les conditions étaient devenues favorables à la cristallisation, celle-ci s'est effectuée selon toute ou une partie de la paragenèse indiquée, et les solutions résiduelles, lorsqu'il y en avait, ne se sont déplacées que très peu. L'allure du dépôt montre d'autre part que la mobilité de la solution devait être réduite. Le bain a dû ressembler plutôt à une masse perméable imprégnée de sulfures, qu'à une solution aqueuse.

Ces propriétés sont surtout l'apanage des solutions colloïdales, où la floculation de tous les composants du gel a lieu dès que l'équilibre est rompu par un facteur chimique ou physique.

Les relations de l'or avec les autres constituants du minerai sont une preuve de la coprécipitation du métal précieux avec la galène et les sulfo-antimoniures tardifs. Les phénomènes de remplacement chimique paraissent ne pas jouer de rôle dans le dépôt de l'or, et avoir en général une importance restreinte. Les relations structurales entre les sulfo-antimoniures et la galène semblent indiquer de légères variations dans la composition de la solution pendant le dépôt de ces minéraux, dans le sens d'un enrichissement en plomb et d'un appauvrissement en antimoine.

Le terme « continuation » nous a paru souvent mieux caractériser certaines associations entre les minéraux plombeux et cuivreux que le mot « remplacement » ; ainsi, dans la photographie 15 (*pl. III*), le dépôt de la galène semble continuer celui de la jamesonite, tandis que le terme de remplacement conviendrait dans le cas des structures blende-galène des photographies 16 et 17.

Ces conclusions confirment et complètent celles que nous avons formulées après notre étude du filon Gareillas I; nous pouvons caractériser la veine de Gareillas III comme une veine de remplacement et de remplissage due à la récation d'une solution colloïdale siliceuse avec le matériel broyé d'une cassure des gneiss.

4. LE GISEMENT GAREILLAS II

SITUATION ET TRAVAUX.

Le puits Gareillas II est situé à 190 m à l'Est de Gareillas I. Nous n'avons pas pu visiter ses travaux souterrains, qui étaient déjà abandonnés lors de notre visite; nous nous contenterons de décrire les travaux et d'étudier les quelques échantillons de minerai que nous avons pu recueillir.

DISTANCE	TENEUR GR/T	PUISSANCE
0—1 m.	6,0	55 cm.
1—2	3,7	40
2—3	4,3	40
3—6	non échantillonné	
6—7	10,1	90
7—8	17,9	80
8—10	non échantillonné	
10—11	19,9	100
11—12	28,6	100
12—13	17,8	100
13—14	22,5	130
14—15	8,4	100
15—16	15,4	150
16—17	13,4	150
17—18	3,8	150
18—19	5,1	150
19—20	7,7	100
20—21	16,3	100
21—22	18,8	120
22—23	45,9	120
23—24	25,1	120
24—25	6,6	150
25—26	24,4	150
26—27	15,4	100
27—28	17,0	120
28—29	33,5	120
29—30	28,0	100
30—31	non échantillonné	
31—32	27,1	150
32—33	15,2	150
33—38	non échantillonné	
38—39	19,8	110
39—40	22,5	220

Le puits a été foncé jusqu'à la profondeur de 30 m, où un travers-banc de 60 m à l'Ouest et une galerie en direction ont été tracés dans le but d'explorer une grande fosse orientée Nord-Sud (*fig. 11, page 40*). La galerie a d'abord suivi une cassure bien définie remplie d'une argile renfermant des cristaux de galène et de pyrite. A 38 m du travers-banc, la cassure s'est ouverte et une importante minéralisation en mispickel aurifère, pyrite, blende et galène argentifère est

apparue. A 48 m, la galerie a buté contre les anciens travaux. Une descenderie a alors été prise vers 40 m, et un deuxième niveau tracé à 38 m. Ce niveau a reconnu la zone minéralisée sur 55 m et a buté contre une faille à 60 m. En profondeur, la minéralisation a été reconnue par la descenderie et un deuxième niveau tracé à 58 m. A ce dernier niveau, la minéralisation s'est serrée. Les travaux se sont strictement limités à la reconnaissance et à l'exploitation de la lentille, et d'autres recherches n'ont pas été entreprises.

ALLURE DU FILON.

Des coupes en profil du gisement montrent son allure lenticulaire ramifiée (*fig. 11, page 40*). Le remplissage de quartz à sulfures forme un stockwerk de veines et filonnets lenticulaires à côté de la lentille principale. L'allure de cette dernière est irrégulière ; la branche principale n'est pas toujours constituée par la même veine de quartz. La direction de l'ensemble est Nord-Sud, le pendage 55° W, la puissance maximum 2 m. La descenderie a suivi par hasard la zone pauvre traversant la lentille. L'échantillonnage massif (éch. de 500 kg) du niveau 38 sur une longueur de 40 m a donné les résultats du tableau de la page précédente.

L'échantillonnage à la main entre 40 et 50 m a donné des teneurs du même ordre. Avec une surface défilée de 1400 m², l'extraction a fourni 3832 t de minerai, ce qui représente une puissance moyenne d'environ 1 m, la teneur moyenne étant voisine de 18 gr/t.

Si nous comparons ce gisement à Gareillas III, nous voyons que la veine est beaucoup moins régulière et se présente comme un stockwerk de lentilles dans une zone de déchirures des gneiss. Par contre, les sulfures sont plus abondants, et les teneurs en or plus régulières qu'à Gareillas III.

LA MINÉRALISATION.

Nous n'avons pu examiner que quelques échantillons du minerai de Gareillas II. Dans ce minerai, les sulfures forment environ les 2/3 de la masse, et la blende et la galène sont très abondantes. Les cristaux des minéraux sont plus grands que dans le minerai de Gareillas III, et la gangue est assez riche en calcite, quoique le quartz prédomine largement. Il y a également de la dolomie rose. L'étude chalcographique du minerai nous a fourni les données suivantes :



Fig. 38. — Gareillas II.

Ech. 466 b. Gross. = 300.

P = pyrite. M = mispickel. Au = or.

1. **Mispickel - pyrite - or.** — Le mispickel et la pyrite constituent, macroscopiquement et microscopiquement, la masse fondamentale du minerai, autour de laquelle les autres sulfures viennent se grouper. Nous avons trouvé de la pyrite cimentant des débris de mispickel et par conséquent postérieure à ces débris, mais en général les relations mispickel-pyrite sont difficiles à établir. Le mispickel renferme parfois de très petits débris d'énargite. La pyrite contient quelquefois des grains d'or

de 0,01 à 0,05 mm de diamètre qui ne sont pas logés dans des cassures, mais noyés dans les sulfures. Il est probable que l'or a précipité par entraînement avec la pyrite (*fig. 38*).

2. **La galène** forme de grandes plages, qui contiennent très souvent des inclusions de jamesonite et parfois de bournonite. Elle est postérieure à la jamesonite, car elle pénètre parfois dans les fissures de ce minéral (*fig. 39 a*) ; souvent, au contact des deux minéraux, les aiguilles de jamesonite sont arrondies, alors que la galène pénètre avec de fines pointes entre ces aiguilles (*phot. 23*). La bournonite a tendance à se localiser au contact de la galène et de la jamesonite

(fig. 39 a). Il semble que le remplacement de la jamesonite par la galène ait donné lieu à la formation de bournonite, qui serait en quelque sorte un minéral de réaction.

3. La **jamesonite** est très abondante et se rencontre, outre dans la galène, dans les associations suivantes très typiques.

a) *Jamesonite-mispickel*. — La figure 40b représente le mode typique de pénétration de la jamesonite dans le mispickel. Cette observation est à mettre en parallèle avec celle de la

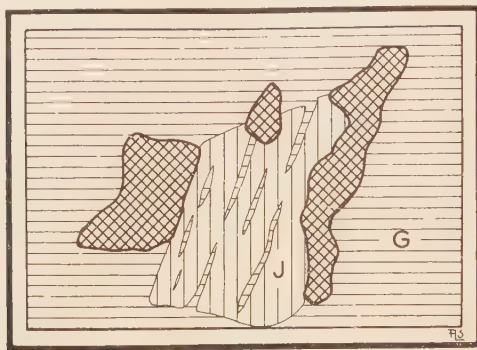


Fig. 39 a. — Gareillas II.
Ech. 466 a. Gross. = 90.

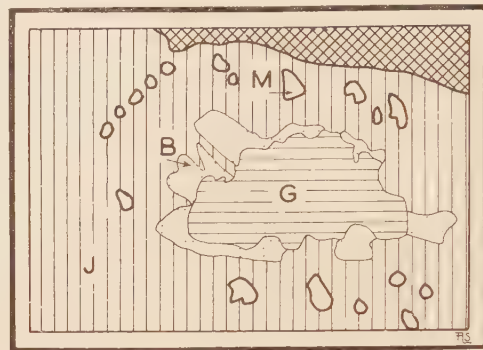


Fig. 39 b. — Gareillas II.
Ech. 466 a. Gross. = 90.

M = mispickel. G = galène. J = jamesonite. B = bournonite.

photographie 15, où nous avons déjà noté le remplacement du mispickel par la jamesonite dans le minerai de Gareillas III. Il semble que l'on soit ici en présence d'un remplacement véritable.

b) *Jamesonite-calcite*. — Il est fréquent de trouver entre ces minéraux une association semblable à l'association galène-calcite de la photographie 11. L'ensemble calcite-jamesonite peut également renfermer des cristaux hexagonaux du quartz de la phase Ia. Parfois, la galène se trouve dans ces mêmes plages de calcite.

c) *Jamesonite-fahlerz*. — Dans le minerai de Gareillas II, le fahlerz est toujours associé à de petites aiguilles de jamesonite, auxquelles il semble postérieur; la figure 40a représente la façon dont il en envahit les plages. Au contact des deux minéraux, le fahlerz pénètre avec de fines pointes entre les cristaux aciculaires de jamesonite, dont les extrémités sont arrondies.

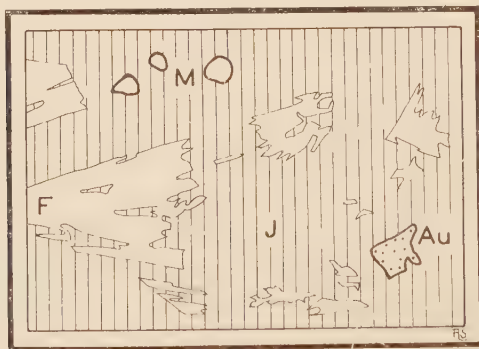


Fig. 40 a. — Gareillas II.
M = mispickel. J = jamesonite. F = fahlerz. Au = or.



Fig. 40 b. — Gareillas II.

Au contact de la jamesonite et du fahlerz, on trouve parfois de la bournonite (phot. 24) dans des associations semblables à celle de la figure 39b. Ce minéral se présente comme un produit de réaction entre la jamesonite d'une part et la galène ou le fahlerz d'autre part.

d) *Jamesonite-or*. — Dans la fig. 40 a, la jamesonite renferme un grain d'or d'environ 0,02 mm de diamètre. Sa présence, au contact de deux cristaux de jamesonite, nous paraît due à une précipitation par entraînement, comme dans le cas de la photographie 22.

4. **La blende**, comme dans le minerai de Gareillas I et III, a tendance à s'isoler. Elle est postérieure au mispickel, dont elle cimente parfois des débris. Elle contient fréquemment des inclusions de chalcopryrite du type de la figure 32. Nous n'avons pas trouvé de relations entre la blende et les autres minéraux décrits.

CONCLUSIONS.

Nous pouvons déduire de nos observations la succession de cristallisation suivante, mais sans savoir si elle est valable en tous points du gisement :

1. Quartz.
2. Mispickel.
3. Pyrite — **or**.
4. Chalcopryrite — blende.
5. Calcite — jamesonite — **or**.
6. Fahlerz.
7. Galène.
8. Bournonite.
9. Quartz.

Le filon Gareillas II appartient au même groupe génétique que les veines déjà décrites. Il s'en distingue par l'abondance de sulfures grossièrement cristallisés et par la présence de fortes quantités de calcite dans la gangue. Les sulfo-antimoniures sont particulièrement abondants et, parmi eux, la bournonite apparaît comme un produit de réaction entre la jamesonite d'une part, la galène ou le fahlerz d'autre part.

Nos conclusions antérieures s'étendent à Gareillas II, notamment en ce qui concerne la coprécipitation de l'or avec une partie des sulfures postérieurs au mispickel. Mais le dépôt de l'or, en partie contemporain de la pyrite II, semble avoir débuté plus tôt que dans les autres gisements. Le diamètre des particules d'or reste réduit ; il est de l'ordre de quelques centièmes de mm.

La veine de Gareillas II doit être considérée comme une veine de remplacement et de remplissage formée dans une déchirure des gneiss, et étroitement apparentée aux autres filons des Gareillas.

5. DISTRIBUTION DES TENEURS

GAREILLAS III.

1. **Echantillonnage.**

Méthode. — D'après l'échantillonnage journalier, nous avons établi un plan de la distribution des teneurs dans le filon Gareillas III (fig. 25). L'échantillonnage est effectué en prélevant environ 500 gr de petits éclats de quartz dans une saignée au travers de toute la puissance de la zone minéralisée. La teneur d'un tel échantillon représente la teneur en or à l'endroit exact du prélèvement. Mais le chiffre obtenu peut-il être extrapolé à tout le volume du cube dont la puissance du filon représente une des arêtes, ou la distribution de l'or est-elle trop irrégulière pour permettre cette extrapolation ?

Nous avons vu précédemment qu'un tel échantillonnage (page 53) donne bien la moyenne de ce que l'on peut récupérer industriellement, à condition d'éliminer les teneurs exceptionnellement élevées et de calculer la moyenne logarithmique en multipliant la puissance par la teneur, pour diviser la somme des produits obtenus par la somme des puissances. Mais quelle valeur peut-on

attribuer à un chiffre isolé ? Que signifie la variation d'un chiffre à un autre ? Cette variation est-elle due à la distribution locale irrégulière de l'or, ou représente-t-elle réellement une variation de la concentration de l'or dans le secteur du prélèvement ?

Quelques chiffres déduits de nos observations chalcographiques permettent de répondre à ces questions et de se faire une idée sur la valeur de l'échantillonnage au sac.

Nombre de grains d'or par tonne de minerai.

Soit : a = teneur en gr/t.

r = rayon d'un grain en cm.

m = nombre de grains par tonne.

Poids spécifique de l'or = 20.

Le poids d'un grain d'or = volume $\times$ densité = $20 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = 80 r^3$.

$$m = \frac{\text{teneur}}{\text{poids d'un grain}} = \frac{a}{80 r^3}$$

A Gareillas III, nous devons envisager deux cas :

$$\text{A. Diamètre} = 0,02 \text{ mm, } r = 10^{-3} \text{ cm, } m = \frac{a}{80 \cdot 10^{-9}} = a/80 \cdot 10^9.$$

$$\text{B. Diamètre} = 0,2 \text{ mm, } r = 10^{-2} \text{ cm, } m = \frac{a}{80 \cdot 10^{-6}} = a/80 \cdot 10^6.$$

Dans le premier cas, un échantillon de 500 gr contiendra, en fonction de la teneur :

$$\frac{a}{80} \cdot 10^9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{a}{160} 10^6 \text{ grains.}$$

Autrement dit, un échantillon de 500 gr de quartz aurifère dont la teneur est de 160 gr/t, et dans lequel le diamètre moyen des particules d'or est de l'ordre de 0,02 mm, contient un million de ces particules.

Si le diamètre moyen est de l'ordre de 0,2 mm, le nombre de particules par 500 gr se réduit, pour une même teneur de 160 gr/t, à mille. Ces chiffres expliquent pourquoi les résultats de l'échantillonnage à la main peuvent être considérés comme relativement exacts lorsque le diamètre des grains d'or est petit, et la distribution de l'or au sein des sulfures assez régulière.

Nombre de grains d'or par cm² dans une section polie.

Soit n = ce nombre, les autres données restant les mêmes.

Considérons un petit volume de quartz de 1 cm² de surface, de r cm d'épaisseur et d'un poids spécifique de 3. Son poids = $3r$ gr = $3r \cdot 10^{-6}$ t. Le poids de l'or qu'il renferme sera égal à son poids en tonnes multiplié par la teneur soit : $3r \cdot a \cdot 10^{-6}$ gr. Comme le poids d'un grain d'or = $80 r^3$, nous avons :

$$n = \frac{\text{poids de l'or}}{\text{poids d'un grain}} = \frac{3 \cdot a \cdot r \cdot 10^{-6}}{80 r^3} = a \frac{3 \cdot 10^{-6}}{80 r^2}$$

Deux cas sont de nouveau à envisager :

$$\text{A. } r = 10^{-3} \text{ cm, } n = 3,75 \cdot 10^{-3} a. \quad \text{Si } a = 100 \text{ gr/t, } n = 3,75.$$

$$\text{B. } r = 10^{-2} \text{ cm, } n = 3,75 \cdot 10^{-4} a. \quad \text{Pour que } n = 1, a \text{ doit être} = 2700 \text{ gr/t.}$$

Lorsque la teneur est de l'ordre de 100 gr/t dans un minerai sulfuré où l'or est régulièrement distribué en particules dont le diamètre est de l'ordre de 0,02 mm, nous pouvons donc nous attendre à rencontrer 3 à 4 particules d'or par cm² dans chaque section polie. Il est évident que ces chiffres ne sont qu'un ordre de grandeur, mais du fait que nos observations ont confirmé ces résultats, nous pouvons en déduire que la distribution de l'or est régulière au sein du minerai des

Gareillas. Le tableau suivant donne quelques exemples de diamètres de particules d'or dans des minerais non triés et de teneur connue.

N° Ech.	Teneur	n	r en cm.
415 a	210,8	1	$2 \cdot 10^{-2}$
460	45,6	10	10^{-4} à 10^{-2}
465	149,2	5	$5 \cdot 10^{-4}$ à $5 \cdot 10^{-3}$
65 a	101,5	1	$2 \cdot 10^{-3}$
247 b	77,2	2	$2 \cdot 10^{-3}$
371	269,2	2	10^{-2}

Dans d'autres échantillons de minerai non trié, mais dont nous ne connaissions que les teneurs approximatives, les valeurs de n et de r présentent les mêmes rapports.

Dans les échantillons triés, ces rapports changent fortement. Ainsi, nous avons rencontré dans la partie sulfurée d'un échantillon de 4,1 gr/t, 7 grains d'or dont le rayon variait entre $5 \cdot 10^{-4}$ et 10^{-2} cm. La présence de cet or était due à une concentration anormale de sulfures dans une zone pauvre.

Nous pouvons résumer nos calculs pour une teneur-unité de 1 gr/t.

m = nombre de particules d'or par tonne de minerai.

m' = » » » » dans 500 gr de minerai.

n = » » » » par cm² dans une section polie.

n' = probabilité de rencontre d'un grain d'or dans une section polie de 1 cm².

r	m	m'	n	n'
10^{-3} cm	$12,5 \cdot 10^3$	6250	$3,75 \cdot 10^{-3}$	1/26
10^{-2} cm	$12,5 \cdot 10^3$	6,25	$3,75 \cdot 10^{-4}$	1/2600
10^{-1} cm	12,5	0,0625	$3,75 \cdot 10^{-6}$	1/260.000

Nous pouvons affirmer qu'aux endroits où la distribution des sulfures est régulière, les analyses des échantillons au sac représentent de près la concentration réelle de l'or dans un certain cube. Si les sulfures sont irrégulièrement dispersés, l'échantillon représente encore cette concentration si le prélèvement est convenablement fait. Un certain nombre de chiffres s'écarte néanmoins toujours de la moyenne, ce qui est dû à des concentrations positives ou négatives anormales, ou à une prise d'échantillon défectueuse. L'expérience nous a prouvé qu'à Gareillas III, le 30 % environ des chiffres présente des écarts excessifs avec la réalité. Mais seulement 5 à 10 % des teneurs présentent des écarts anormaux, comme par exemple 800 gr/t ou 6 gr/t dans une zone à 100 gr/t, ou encore 23 gr/t dans une zone pauvre.

Contrairement à une opinion souvent admise, nous arrivons donc à la conclusion que les résultats de l'échantillonnage à la main peuvent être très utiles pour déceler la structure intime des colonnes aurifères, à condition de les compléter par l'étude chalcographique. Cette technique permet d'apprécier la valeur des chiffres de teneur, de déceler les facteurs qui influent sur leur variation d'un point à un autre, de préciser les causes de la localisation des zones riches, enfin de discuter les lignes directrices que toute exploitation cherche à tirer du plan d'échantillonnage.

2. **Distribution des teneurs.** — Nous résumons d'abord nos observations précédentes comme suit :

- a) Tout l'or est renfermé dans les sulfures ; le quartz n'en contient pas.
- b) L'or est réparti de façon régulière au travers de tout le minerai sulfuré.
- c) La teneur en or est directement proportionnelle à la teneur en sulfures si ces derniers sont formés d'un mélange mispickel-galène-fahlerz.
- d) L'irrégularité de la distribution de l'or est fonction de la distribution irrégulière des sulfures.
- e) L'étude de la distribution de l'or revient à étudier la distribution des sulfures.
- f) Dans le minerai étudié, 70 % des échantillons au sac ont donné des chiffres qui correspondent à la concentration moyenne réelle de l'or.

Méthode. — Du fait que les analyses des échantillons au sac représentent assez exactement les teneurs réelles dans le secteur du prélèvement, nous pouvons utiliser ces chiffres sans autre pour l'étude de la distribution des zones riches. Dans ce but, nous les avons portés sur un plan à l'échelle 1 : 100, en les arrondissant auparavant à des chiffres entiers. Là où le filon était formé de plusieurs branches, nous avons ramené les diverses teneurs à une teneur logarithmique ; cette méthode traduit de façon exacte l'importance de chaque branche et de chaque accident local par rapport à la puissance totale (*voir fig. 25, page 55*).

Comme limites des courbes d'égale teneur, nous avons pris pour les zones stériles les teneurs au-dessous de 3 gr/t. De 3 à 7 gr/t, nous avons les zones pauvres. Nous avons réuni ces deux zones en une seule, la zone pauvre de 0 à 7 gr/t. De 7 à 20 gr/t, nous arrivons dans la zone du minerai moyen. De 20 à 40 gr/t, nous atteignons le bon minerai. Le quartz riche va de 40 à 100 gr/t, le minerai très riche titre plus de 100 gr/t. Les limites vont en s'élargissant vers les teneurs supérieures, car la courbe de la teneur en fonction de la distance au centre d'une zone riche est logarithmique. L'expérience nous a prouvé qu'il serait plus judicieux de choisir comme limites de la zone moyenne 20 et 50 gr/t à la place de 20 et 40 gr/t.

Nous n'avons pas tenu compte de la puissance dans l'établissement de nos courbes ; seules, la distribution et l'allure des zones riches nous ont importé. L'avantage des courbes ainsi établies est de rendre compte de la distribution réelle de l'or et des sulfures dans le remplissage de quartz sans tenir compte de la puissance de ce dernier, de montrer la localisation et la forme des zones exploitables, de permettre des hypothèses quant à la nature des quartiers découpés comme réserve, enfin de fournir des indications précises sur l'inclinaison des zones riches (« colonnes ») dans le plan filonien.

Dans chaque zone un certain nombre de teneurs dépasse les limites. Ces écarts, qui n'excèdent jamais beaucoup le 50 % de la teneur moyenne vers le haut ou vers le bas (20 à 40 gr/t $\pm$ 15 gr/t), forment entre le 15 et le 30 % du nombre de teneurs la de zone considérée. Dès que plusieurs teneurs sont différentes de la moyenne d'une zone, nous admettons qu'il y a réellement enrichissement ou appauvrissement local s'il y a 3 ou plus de ces teneurs réunies, et nous les groupons par une courbe. Les zones où le toit et le mur de la cassure se rejoignent, ont été indiquées par le figuré « serrage ».

La première question qui se pose lorsque l'on établit de telles courbes est de savoir si ce sont les quartz riches ou les quartz pauvres qui se sont déposés en premier lieu. Les courbes seront en effet centrées sur les zones qui se sont formées en premier, notamment là où des courbes différentes se rejoignent. Comme d'autre part la forme des courbes donnera une réponse à la même question, la voie la plus simple consiste à les tracer, puis à les discuter, pour enfin les modifier si nécessaire. Un moyen simple consiste à tracer d'abord les courbes des zones-limites ; la première image obtenue permettra souvent de se prononcer et d'adopter la technique exacte.

Observations. — Les zones très riches forment des centres autour desquels le dépôt va en s'appauvrissant dans tous les sens jusqu'aux régions stériles ; il est rare de trouver des zones riches directement en contact avec des zones pauvres. Des ramifications pénètrent parfois à partir d'une zone pauvre ou stérile principale dans les régions riches ; l'inverse n'a jamais lieu.

Lorsque l'on rencontre de petites zones riches dans le quartz pauvre, elles forment des boules qui s'expliquent toujours par la présence, soit d'une petite lentille locale au toit ou au

mur (comme dans le dépilage N 90, distance 59 m, cote 83 m), soit du sommet d'une nouvelle lentille de quartz (Bure Nord vers la cote 83), soit d'une petite inflexion locale du toit (Bure Nord à la cote 100).

Enfin, on rencontre de petites zones pauvres isolées dans le bon minerai, notamment à plusieurs reprises dans la zone riche du niveau 45. Il n'est pas exclu que ces petites zones se relient entre elles et rejoignent une zone pauvre principale par des passages que le manque de densité du réseau d'échantillonnage ne permet pas de mettre en évidence. La plupart du temps, ces zones pauvres sont dues à la présence d'un excès de débris de gneiss séricitisés (« pegmatite » des mineurs) dans le quartz.

Nous avons déduit de cette allure du dépôt que les quartz riches en sulfures se sont déposés avant les quartz blancs, et ce fait confirme et complète nos observations précédentes. Nous avons notamment déjà retenu qu'il y a deux phases de quartz qui se sont en partie déposées simultanément et que c'est la première qui contient la masse des sulfures. Nous avons également noté que le cœur des zones d'enrichissement est formé par une plateure au toit bien marqué.

Les zones riches forment des traînées inclinées de 25° au Sud ; ces traînées sont interrompues par les zones de serrage, et l'on ne peut parler de « colonnes aurifères » au sens propre du mot. L'état actuel des travaux ne permet pas de préciser l'influence de la disposition des serrages sur la localisation des traînées riches.

Conclusions. — Le fait le plus intéressant à déduire de l'allure des zones riches, c'est que le quartz riche en sulfures s'est déposé avant le quartz pauvre. L'allure du dépôt fait apparaître que les sulfures ont dû subir en quelque sorte un drainage au travers de la masse quartzeuse. Ce drainage a eu lieu vers les régions où la cassure primitive était la plus dégagée, c'est-à-dire vers les plateures au toit. Dans ces régions, le quartz à sulfures a pu métasomatiser complètement les débris de gneiss qui s'y trouvaient. Concentriquement autour de ces noyaux riches, le quartz aurifère s'est de préférence déposé là où la cassure était la moins encombrée de débris ; il a pénétré dans les diaclases de la roche encaissante et a détaché des fragments de cette roche en les remplaçant à un degré plus ou moins poussé. Dans les zones riches, les sulfures ont continué à se déplacer vers le toit tant que le quartz était encore suffisamment perméable (*fig. 26 et 29*). Dans les zones pauvres, ils ont également émigré vers des points critiques (têtes de lentilles, inflexions locales du toit). En dernier lieu, les quartz pauvres et stériles dépourvus de sulfures se sont déposés dans les zones encombrées de débris de gneiss ; ces derniers ont subi une altération hydrothermale se traduisant par la séricitisation des feldspaths et l'apparition de pyrite, sans que la métasomatose devienne complète (« pegmatite »). Le mouvement des solutions a eu lieu *de bas en haut* selon un axe incliné de 25° au Sud ; le sens du mouvement est mis en évidence par le fait que dans les petites traînées riches les parties les plus riches sont situées au sommet. Après le dépôt du mispickel, le drainage a continué faiblement, comme en témoigne l'augmentation du rapport $\frac{\text{sulfures Pb-Cu}}{\text{mispickel}}$ au centre des zones riches.

Ces déductions confirment nos conclusions précédentes sur une injection assez rapide d'une solution quartzeuse dense et visqueuse. Au sein de cette solution, les sulfures ont été « drainés » vers des points critiques, où ils se sont différenciés, et où ils ont cristallisé *in situ*. Parmi les facteurs qui ont déterminé l'allure du dépôt, nous en distinguons trois : *a*) la présence de *points critiques* qui consistent en plateures au toit au cœur des zones riches ; *b*) la disposition des serrages et des zones primitivement encombrées de débris de roche encaissante ; *c*) la présence d'un axe d'allongement incliné de 25° au Sud.

GAREILLAS I ET II.

Sur ces gisements, nous n'avons pas d'indications aussi détaillées que sur Gareillas III. A Gareillas I, la disposition des zones riches est essentiellement fonction de facteurs mécaniques. Les zones riches sont constituées par des lentilles de quartz dispersées dans la cassure. Au sein de ces lentilles, les teneurs sont plus irrégulièrement distribuées qu'à Gareillas III ; en même temps,

les grains d'or ont une dimension plus grande. Parfois apparaissent des zones de quartz pauvre en sulfures et stérile, mais dans la règle une lentille de quartz est exploitable en son entier. Le minerai riche est également lié à la présence des sulfures ; ceux-ci sont le plus abondants là où l'ouverture de la cassure primitive était dégagée de débris de roche encaissante.

A Gareillas II, les éléments nous font défaut pour discuter la distribution des teneurs, qui est régulière, bien que les sulfures soient beaucoup plus grossièrement cristallins que dans les autres veines.

Dans la suite, nous grouperons les filons des Gareillas, car ceux-ci font indubitablement partie d'un complexe ayant une source minéralisante unique.

CONCLUSIONS.

L'étude de la distribution des teneurs montre que le quartz riche en sulfures s'est déposé avant le quartz pauvre, et que l'or est d'autant plus régulièrement distribué dans les sulfures qu'il est plus fin. Dans le cas des gisements des Gareillas, où la majorité des grains d'or ont un diamètre voisin de 0,02 mm, la distribution de l'or est assez régulière pour que l'échantillonnage à la main puisse fournir des indications précises.

La distribution de la minéralisation semble être fonction principalement de la « mécanique » des cassures ; il convient de rechercher maintenant pourquoi les serrages, les zones d'écrasements, les plateaux au toit, les fractures divergentes, etc., ont pu avoir cette influence déterminante sur l'allure du dépôt.

6. MODE DE DEPOT DES FILONS DES GAREILLAS

RÉSUMÉ DE NOS OBSERVATIONS.

Roches encaissantes. — Gneiss et amphibolites subhorizontaux injectés de granites anciens et de porphyrites post-minérales.

Type des cassures. — Zones de friction droites et convergentes contenant des lentilles plus ou moins rapprochées de quartz minéralisé. Direction Nord-Sud à N 20° W ; pendage entre 55° et 75° W, avec inflexions locales du toit ; puissance de 0 à 4 m.

Épontes. — Leur type est fonction de l'allure primitive de la cassure. Le toit a une tendance à être net et à former salbande, le mur à passer progressivement au quartz.

Remplissage. — Formé de quartz plus ou moins minéralisé renfermant des débris allongés, arrondis ou anguleux de roche encaissante. Ces débris n'ont jamais subi un déplacement important.

Altération des épontes. — La roche encaissante a subi une altération hydrothermale consistant en pyritisation, séricitisation, silicification et carbonatation. Cette altération est plus intense s'il y a eu un écrasement préalable.

Métasomatose. — Elle a joué un rôle prépondérant dans le processus de dépôt. Le quartz minéralisé déposé par métasomatose est souvent gris, et suivi de quartz blanc également minéralisé. Il y a un passage graduel entre l'altération et la métasomatose, et les veines des Gareillas peuvent être définies comme veines de remplacement et de remplissage.

Caractéristiques du minerai riche. — Présence de mispickel fin et de galène ou (et) fahlerz. La teneur en or est proportionnelle à la teneur en mélange sulfureux.

Quartz blanc ou gris, compact, à éclat cristallin et faiblement laiteux. Accessoirement : présence de calcite.

Caractéristiques du minerai pauvre. — Quartz surchargé en débris de roche encaissante séricitisée. Mispickel grossièrement cristallin. Quartz à éclat savonneux, ou teinté en bleu.

Influence de la structure des cassures. — Déterminante. Les zones riches apparaissent dans les parties primitivement béantes des cassures, notamment aux inflexions du toit. La métasomatose a progressé du toit au mur, mais les sulfures ont été drainés vers le toit.

Influence de la roche encaissante, des croiseurs et des failles. — Apparemment nulle.

Nature de l'or. — L'or est libre et principalement localisé dans les cassures du mispickel où il accompagne d'autres minéraux: galène, fahlerz, chalcopryrite et pyrite. Les particules d'or se trouvent surtout en deux dimensions moyennes: 0,02 mm et 0,2 mm. Le titre de l'or varie entre 800 et 880, le reste étant constitué par l'argent.

Paragenèse du minéral. — La paragenèse globale suivante rend compte des associations que nous avons observées.

Phase I. Altération hydrothermale.

1. Pyrite I.
2. Séricite.
3. Calcite I.

Phase II. Minéralisation.

4. Quartz I et II.
5. Mispickel.
6. Pyrite II—**or**.
7. Chalcopryrite I.
8. Blende I.
9. Chalcopryrite II (**-or** ?)
10. Calcite II.
11. Jamesonite I—**or**.
12. Fahlerz—**or**.
13. Galène—**or**.
14. Bournonite.
15. Blende II.
16. Jamesonite II.
17. Quartz I et II.

Phase III. Consolidation.

18. Quartz blanc III stérile.

Phase IV. Phase tardive.

19. Dolomie.
20. Calcite III.
21. Pyrite III.

Phase V. Phase post-aurifère.

22. Stibine.

Les phases II, III, IV et V sont séparées par des intervalles pendant lesquels la cassure a pu se fermer avec réouverture ultérieure. A l'intérieur de chaque phase, le dépôt s'est fait de façon continue.

NATURE DE LA SOLUTION INJECTÉE.

Nous avons déduit de nos observations que les filons des Gareillas sont le produit d'une injection assez rapide d'une solution relativement visqueuse dans des déchirures des gneiss. Cette injection n'a, ni des caractères volcaniques, ni les caractères de longues et lentes solutions hydrothermales très fluides; elle est post-tectonique et a envahi des cassures déjà existantes contenant plus ou moins de matériel broyé.

La solution a réagi avec les roches encaissantes en les altérant et en les remplaçant; sa mobilité allait en décroissant au fur et à mesure du dépôt. En premier lieu s'est déposé le quartz à sulfures; les sulfures ont été drainés vers le toit, et plus particulièrement vers les plateaux au toit, où leur dépôt s'est effectué de façon continue par précipitation fractionnée *in situ*. C'est-à-dire

qu'une fraction donnée de la solution a laissé se déposer en un point déterminé toute la série des constituants de la phase.

L'or a précipité par entraînement avec une partie des sulfures. Il s'est de préférence fixé au contact de ces sulfures avec le mispickel, et, de ce fait, il est régulièrement distribué au sein des sulfures.

Nos observations ne nous permettent pas de définir exactement la nature de la solution qui a donné lieu au dépôt des veines. Néanmoins, l'ensemble des propriétés énumérées ci-dessus peut se trouver réuni au sein d'une solution colloïdale. Une telle solution peut présenter une mobilité réduite permettant un lent drainage des sulfures et un remplacement lent et progressif des débris de roche encaissante. C'est au sein d'une solution colloïdale que les particules d'or pourront précipiter par entraînement avec certains des sulfures, et que le dépôt des sulfures se fera par cristallisation fractionnée *in situ* après précipitation sous l'effet d'une action coagulante. Enfin, c'est surtout dans les solutions colloïdales que les conditions mécaniques de la cassure, telles que la largeur du chenal, la présence de débris de roche encaissante, les miroirs de faille, les fissures ouvertes, les plateaux au toit, etc., peuvent avoir une influence déterminante sur la rupture de l'équilibre qui provoque le dépôt presque simultané de tous les constituants.

Lindgren a examiné les conditions chimiques du dépôt de l'or dans une étude récente (104); il arrive à la conclusion que dans les émanations hydrothermales l'or se trouve sous la forme d'un sol stabilisé par la présence de H^2S , de Na^2S et de sol siliceux.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il semble donc vraisemblable que les filons des Gareillas se sont formés à partir d'une solution colloïdale siliceuse.

DÉPÔT DU QUARTZ ET DES SULFURES.

Le quartz s'est déposé de façon continue depuis la* phase d'altération hydrothermale jusqu'à la phase de consolidation. Ce dépôt s'est effectué de trois manières, à savoir par remplacement (I), par remplissage (II) et dans de petites fissures formées dans un matériel déjà consolidé (III).

Quant aux sulfures, il serait faux d'envisager qu'à chaque sulfure correspond l'introduction d'une nouvelle solution dont la composition serait différente de la précédente. *Durant la phase II, chacun des sulfures a cristallisé pendant un temps bien déterminé et à partir de la même solution.* La durée du temps de cristallisation varie fortement d'un sulfure à l'autre. Dans certains cas, un sulfure n'a commencé à cristalliser qu'après le dépôt du sulfure précédent; tel est le cas pour l'ensemble des sulfures postérieurs au mispickel. Dans d'autres cas, pendant le temps de cristallisation d'un sulfure donné, d'autres minéraux ont commencé à se déposer; ainsi, la galène a commencé à cristalliser un peu plus tard que le fahlerz, mais la cristallisation du fahlerz s'est terminée avant celle de la galène. Dans un dernier cas, certains sulfures, comme la blende et la jamesonite, se sont déposés pendant un temps de cristallisation suffisamment long pour avoir pu en même temps précéder et suivre la cristallisation d'autres sulfures. Dans l'association jamesonite I-galène-jamesonite II, le dépôt a débuté par de fines aiguilles de jamesonite I. Puis, en un point quelconque de cet essaim de petites aiguilles, s'est développé de la galène qui a emprisonné, et peut-être remplacé, un certain nombre d'aiguilles de jamesonite I. Mais en même temps, en dehors de la plage de galène, les autres aiguilles de jamesonite I ont continué à s'accroître pour former les grandes aiguilles de jamesonite II, dont la cristallisation s'est achevée après celle de la galène. Dans ce cas, le temps de cristallisation de la jamesonite *chevauche* et *dépasse* celui de la galène (overlapping). Ceci explique certaines répétitions dans la paragenèse.

Les structures que nous avons observées montrent d'autre part que la galène continue souvent le dépôt du fahlerz ou de la jamesonite sans qu'il y ait remplacement au sens strict du mot. Dans ces associations, la bournonite apparaît parfois comme un produit intermédiaire ou de contact.

Ces modalités du dépôt ont leur origine dans l'hétérogénéité et la viscosité du bain.

DÉPÔT DE L'OR.

L'or s'est déposé par coprécipitation avec un certain nombre de sulfures tardifs, principalement avec le fahlerz et avec la galène au contact du mispickel. Autrement dit, *l'or est un minéral primaire*.

Nos considérations précédentes excluent toute hypothèse relative à un remaniement secondaire de l'or, et par remaniement nous entendons déplacement, avec ou sans dissolution, des particules d'or après une première fixation. Le dépôt de l'or s'intègre dans le dépôt d'une série continue de sulfures allant du mispickel à la jamesonite II. La structure microscopique met bien en évidence une discontinuité apparente après le dépôt du mispickel, mais cette particularité est d'ordre strictement microscopique et ne fait que traduire une aptitude remarquable des cristaux de mispickel à se briser *sitôt formés* ; ces cassures du mispickel n'affectent d'ailleurs pas les cristaux de quartz voisins, ce qui témoigne de la plasticité du matériel en voie de formation. On ne peut donc dissocier l'or du dépôt des sulfures, et il est certain que l'or n'a subi aucun remaniement hypogène. D'autre part, les seules solutions post-minérales sont celles qui ont laissé déposer la dolomie et la stibine, et celles-là n'ont qu'une action mécanique sur le minerai. La dolomie suit de très près la venue de quartz aurifère et en même temps elle forme parfois le ciment d'une brèche dont les éléments de quartz aurifère n'ont subi aucune altération. Ces faits confirment l'absence de remaniement hypogène.

Quant aux remaniements supergènes, nous pouvons nous référer aux études d'Emmons (94), qui a défini les conditions favorables, sinon nécessaires, au déplacement de l'or par des solutions juvéniles comme suit :

1. Les solutions doivent être chlorurées.
2. Le minerai doit contenir des sulfures de fer et des composés de manganèse.
3. La perméabilité du minerai doit être suffisante.
4. La précipitation de l'or s'effectue rapidement en présence de calcite, sidérose, rhodochrosite, pyrrhotine, chalcosine, néphéline, olivine et leucite.
5. En présence de quartz, adulaire, séricite, pyrite, chalcopyrite, galène ou blende, l'or peut être entraîné à une profondeur maxima de 300 m.

Burg (84) a étudié la même question, mais suppose qu'il y a encore d'autres facteurs à côté de ceux cités par Emmons. Il a observé que l'or ne subit jamais qu'un faible déplacement, et ceci seulement si les sulfures qui l'accompagnent, notamment la pyrite, sont *lessivés*. L'or se dépose déjà dans la zone où la pyrite n'est qu'oxydée en limonite, c'est-à-dire dans le chapeau de fer, parfois à la surface même, parfois jusqu'à 100 m si le chapeau de fer s'étend très bas.

Aucune des conditions énumérées par ces auteurs n'est réalisée. Il n'y a que de faibles traces de dissolution des sulfures dans certains des affleurements, où la pyrite seule a subi une oxydation et parfois un lessivage insignifiant. Dans les épontes des veines, la pyrite est parfaitement fraîche ; il est certain qu'elle aurait été immédiatement attaquée par les eaux de surface s'il y en avait eu. Il n'y a pas non plus de composés de manganèse, à part la dolomie très faiblement manganifère (0,70 %), et la perméabilité du minerai est insuffisante. L'action des eaux juvéniles doit par conséquent être considérée comme nulle.

L'or des veines des Gareillas n'a donc subi ni déplacement hypogène, ni enrichissement supergène ; il est d'origine strictement primaire.

VARIATIONS DE LA MINÉRALISATION.

Nous n'avons pas constaté de variation importante des caractères de la minéralisation avec la profondeur. A Gareillas III, nous avons retrouvé aux niveaux inférieurs les mêmes sulfures qu'aux étages supérieurs, quoiqu'en quantité beaucoup moindre. Seule, la chalcopyrite nous a semblé faire défaut, alors que sa teneur augmente au voisinage de la surface. La petite zone d'enrichissement traversée par la Bure Nord entre 98 et 103 m de profondeur était formée de quartz à

mispickel, à galène, à fahlerz et à grains d'or extrêmement fins, quartz en tous points comparable à celui du niveau N 50.

Le minerai de Gareillas I ressemble fortement à celui de Gareillas III, mais pour une même teneur en or il y a moins de sulfures, et ceux-ci sont plus fins. En même temps, le diamètre des grains d'or paraît plus grand qu'à Gareillas III. Enfin, la présence de calcite dans la gangue et la rareté de la pyrite distinguent le minerai de Gareillas I de celui de Gareillas III.

A Gareillas II, les différences sont plus accusées. Les sulfures sont très abondants; la galène et les sulfo-antimoniures de plomb et de cuivre prédominent et sont plus grossièrement cristallisés qu'à Gareillas III. La calcite est abondante.

Il y a donc une très nette variation latérale de la minéralisation. Il faut s'attendre à retrouver une variation pareille en profondeur, d'autant plus que les divers filons convergent vers une même source minéralisante. Nous ne savons pas laquelle des trois veines représente le type de minéralisation le plus profond, et nous ne pouvons pas non plus préciser si cette variation est due à des températures de dépôt différentes ou à des différences dans la composition chimique des solutions.

CONCLUSIONS.

La solution qui a donné naissance aux dépôts aurifères des Gareillas présentait des caractères particuliers, tels que l'on ne les trouve ni dans les bains de silicates en fusion injectés en filons, ni dans les pegmatites, ni dans les solutions hydrothermales froides. Le caractère le plus typique réside en ce que pendant toute la durée de l'injection, qui était assez rapide, la composition de la solution a peu varié alors que le dépôt présente une allure très hétérogène.

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous devons admettre que le dépôt s'est fait par réaction entre une solution siliceuse colloïdale et du matériel broyé dans des cassures des gneiss. La solution renfermait des sulfures et de l'or à l'état colloïdal; du fait de sa capacité de réaction avec les gneiss broyés, les conditions « mécaniques » des cassures ont exercé cette influence déterminante sur l'allure du dépôt que nous avons constatée précédemment.

L'or est intimement mélangé aux sulfures et constitue un des composants primaires du minerai. Il n'a subi aucun remaniement secondaire hypogène ou supergène après son dépôt.

Dans des cassures parallèles, la minéralisation présente une variation latérale dont on ne peut encore préciser le sens. Il est probable qu'il s'est produit également une variation verticale, et que les lentilles changent de caractère avec la profondeur. Nous ne pouvons que faire des hypothèses sur les facteurs qui ont déterminé cette variation.

L'abaissement de la teneur vers la profondeur au sein des lentilles constitue une variation primaire de la minéralisation. Cet abaissement est dû à la tendance qu'avaient les sulfures à monter au sein de la solution et ne signifie nullement la disparition de la minéralisation en profondeur.

Le mode de formation des gisements des Gareillas, qui sont des veines de remplacement et de remplissage, fait présumer l'existence de nouvelles lentilles minéralisées en profondeur.

7. TRAITEMENT DU MINERAI DES GAREILLAS

Nous nous contenterons de décrire sommairement la méthode de traitement, qui a été mise au point par des essais industriels; les résultats obtenus s'expliquent bien à la lumière de l'étude chalcographique du minerai.

Le minerai est transporté à l'Usine de La Fagassière, à 1 km au Sud-Ouest des Gareillas, par voie Decauville à raison de 17 t/24 h. Les bennes sont culbutées et le minerai est amené par un plan incliné dans une trémie de stockage de 50 t. De là, il passe dans un concasseur à mâchoires à la sortie duquel un vibro-tamis le sépare à 2 cm. Les fines sont directement stockées en tête d'usine; les refus passent auparavant dans un concasseur Bergeaud.

De la trémie de stockage en tête d'usine, le minerai est amené par une courroie transporteuse à un broyeur Harding, à la sortie duquel la pulpe est reçue dans une batterie de deux bacs à piston montés en série. Les concentrés des bacs sont rebroyés en présence de mercure dans un petit broyeur à barres, puis amalgamés dans un cylindre tournant. L'amalgame est récolté dans une batée mécanique dont les rejets sont envoyés à la cyanuration. L'amalgame est distillé et l'or récupéré avec une finesse de 800 à 880 millièmes.

Les rejets des bacs à piston sont repris par un classificateur à rateaux ; les grosses sont renvoyées en tête du broyeur. Les fines passent à la flottation qui s'effectue dans une cellule en bois de modèle spécial en présence d'huile de pin, de buthylxanthate et d'aérofloat. Le minerai flotte bien et la pulpe n'a pas besoin d'être acidulée, ce qui s'explique par la présence d'une petite quantité de minerai de plomb et de cuivre. Les concentrés de flottation sont décantés, puis rebroyés dans un petit tube-mill sous solution cyanurée. Le tout est soumis à un pachucage de 24 h, puis l'or est récupéré de la solution cyanurée par la classique méthode des caisses de zinc.

Les bacs récupèrent 75 % d'or amalgamable et environ 12 % d'or cyanurable. Le reste de l'or est obtenu par cyanuration des concentrés de flottation.

La production mensuelle est de l'ordre de 4 à 5 kg d'or pour 320 à 360 tonnes traitées dont la teneur est voisine de 12 gr/t.

CHAPITRE II

LE GISEMENT DE CHENI

SITUATION.

La concession de Cheni est située à 8 km au Nord-Nord-Ouest de St-Yrieix. Les travaux ont débuté en 1911 au voisinage d'une grande fosse gallo-romaine. Le gisement comprend un ensemble de trois filons orientés Est-Ouest, de pendage vertical et dénommés du Sud au Nord filons 1, 2 et 3. Il est exploité par deux puits distants de 220 m : à l'Est le puits Pierre, profond de 130 m et à l'Ouest le puits Gaston, descendant à 190 m. Du dernier niveau, une descenderie atteint le niveau 250. Les niveaux d'exploitation ont été tracés à 30 m les uns des autres (*fig. 43*).

De nombreuses recherches ont encore été faites sur des fractures N 65° E dans et autour de la concession, mais elles n'ont pas eu de succès.

1. GEOLOGIE DE LA CONCESSION

OBSERVATIONS SOUTERRAINES.

Les terrains encaissant les filons de Cheni consistent en un ensemble d'ectinites très variées, comprenant des gneiss à deux micas, de puissants bancs de leptynites, des amphibolites et des gneiss à biotite. Cet ensemble est injecté par des granites anciens tantôt à biotite, tantôt leucocrates, suivis d'un cortège d'aprites et de pegmatites. Les gneiss et les schistes dessinent un anticlinal dont l'axe, orienté Est-Ouest, passe à peu près par les filons aurifères, et dont les deux flancs ont un pendage d'environ 15° au Nord et au Sud.

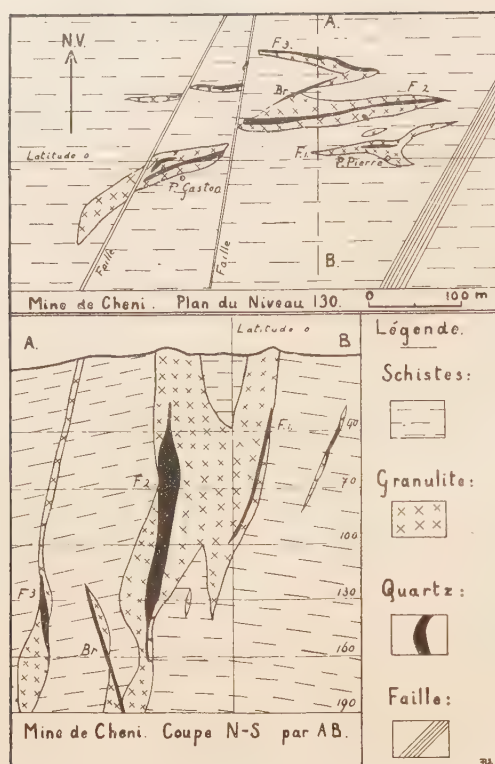


Fig. 41. — Plan et coupe verticale des travaux de Cheni, d'après un rapport inédit de l'Association des Ingénieurs Prospecteurs de l'Université de Genève.

trouvons indubitablement dans la série des *gneiss à deux micas*. Les terrains sont moins compacts et moins durs que dans la région des *gneiss à biotite* de la concession de La Fagassière. Dans plusieurs travers-bancs et galeries, on note l'alternance de bancs et lits schisteux d'épaisseurs très variables. Ces terrains, souvent peu solides, demandent un boisage plus intensif que ceux des Gareillas.

Les terrains appelés sur place « schistes silicifiés » correspondent à des leptynites ou des *gneiss à biotite*. Ils n'ont aucune relation avec l'intrusion des solutions minéralisées, comme certains auteurs l'ont pensé (90).

GRANITES.

Le granite leucocrate pauvre en mica et à faciès aplitique prédomine. Parfois, il passe à un granite à muscovite, d'autres fois nous avons rencontré des granites fins riches en biotite. Les relations entre ces granites sont difficiles à établir. En effet, si les contacts entre les granites et les ectinites sont déjà difficiles à saisir, il est presque impossible de trouver des contacts frais entre les divers granites. Leurs contours sont extrêmement capricieux, et tranchent presque toujours sur la schistosité des ectinites (fig. 6). Au contact des *gneiss à deux micas*, les granites ont une très nette tendance à s'injecter entre les plans de schistosité. Au contact avec les leptynites, la limite du granite devient très difficile à établir. Les contacts les plus nets se trouvent aux endroits suivants :

1. Niveau 70, travers-banc au Sud à 40 m Ouest de la longitude 0 (puits Pierre).
2. Niveau 160, travers-banc au Nord depuis le puits Gaston, à 30 m au Nord du filon 3.
3. Niveau 160, travers-banc au Nord depuis le filon 3, à 100 m à l'Est du grand travers-banc du puits Gaston.

Lors d'une première visite du gisement en 1937, nous avons admis que les filons étaient encaissés dans un dyke de granulite, conformément à l'opinion des auteurs qui avaient étudié le gisement avant nous. Nous avons donné une coupe du gîte (fig. 41) d'après des levés géologiques effectués dans la mine quelques années auparavant (rapport inédit de l'Association des Ingénieurs Prospecteurs de l'Université de Genève).

Mais en étudiant de plus près la roche encaissante et les relations entre les *gneiss schisteux* et le granite, nous avons dû constater que la granulite telle que nous l'avons définie dans un chapitre précédent, n'existe pas dans ce gisement. L'étude de nos échantillons nous a appris ce qui suit.

ECTINITES.

Celles-ci sont beaucoup plus schisteuses que dans la région des Gareillas. Elles comprennent : des *gneiss schisteux* où la chlorite abonde ; des schistes amphiboliques en lits d'épaisseur très variable (quelques cm à plusieurs m) ; des leptynites en bancs puissants et d'épaisseur indéterminable ; des *gneiss à deux micas* et des *gneiss à biotite*. En général, les bancs schisteux prédominent : nous nous

4. Niveau 160, grand travers-banc du puits Gaston, entre les filons 2 et 3.
5. Niveau 220, travers-banc au Nord, au Nord du filon 2.

Aplites et pegmatites. — Les aplites constituent surtout un faciès des granites; nous n'avons pas rencontré de filons d'aplite semblables à ceux de Salon-la-Tour (*phot. 1*).

Les pegmatites se trouvent sous deux formes principales: *a*) en filons de 10 à 20 cm de puissance d'une pegmatite formée de quartz et de muscovite en paillettes de 0,5 à 2 cm; ces filons forment surtout des filons-couches; *b*) en pôches et lentilles de pegmatite rose à microcline comme à Gareillas III. Les premières se trouvent au voisinage des granites à biotite et des granites leucocrates. Les secondes sont réparties au travers de tout le gisement.

Granulite. — Comme aux Gareillas, ce terme a été appliqué à Cheni à la roche encaissante altérée et à une partie des granites, surtout aux granites leucocrates altérés. Mais ces derniers se distinguent de la granulite véritable tant par leur type de gisement que par leurs caractères pétrographiques. La vraie granulite ne se rencontre pas dans ce gisement, et tous les granites de Cheni sont des granites anciens, dont l'intrusion est séparée par au moins une phase orogénique des venues hydrothermales aurifères. Cette nouvelle interprétation du rôle des granites dans le gisement de Cheni nous oblige à modifier la coupe de la figure 41 (*fig. 42*).

Nous avons représenté schématiquement le contour du granite, en tenant compte des anciens leviers dont nous disposions aux divers niveaux de l'exploitation. Nos observations en surface ont confirmé cette manière de voir. Ainsi, le gisement de Cheni est formé par un ensemble de trois filons de quartz aurifère recoupant des ectinites injectées par des granites anciens.

LES FAILLES.

Le gisement est affecté par trois accidents post-minéraux. A l'Ouest du puits Gaston, une faille N 37° E rejette les filons à main gauche. Son rejet diminue en profondeur: au niveau 130, il est de 11 m et au niveau 220 de 2 m. Le remplissage de cette faille consiste en schistes, gneiss et granites broyés, accompagnés d'argile et parfois de 10 à 20 cm de quartz stérile. Le pendage est d'environ 70° E, la puissance 1 m.

Entre le puits Gaston et le puits Pierre, une faille N 10° E, appelée *croiseur*, rejette les filons à main gauche avec un rejet de 45 m au niveau 70 et de 30 m au niveau 160. Le pendage

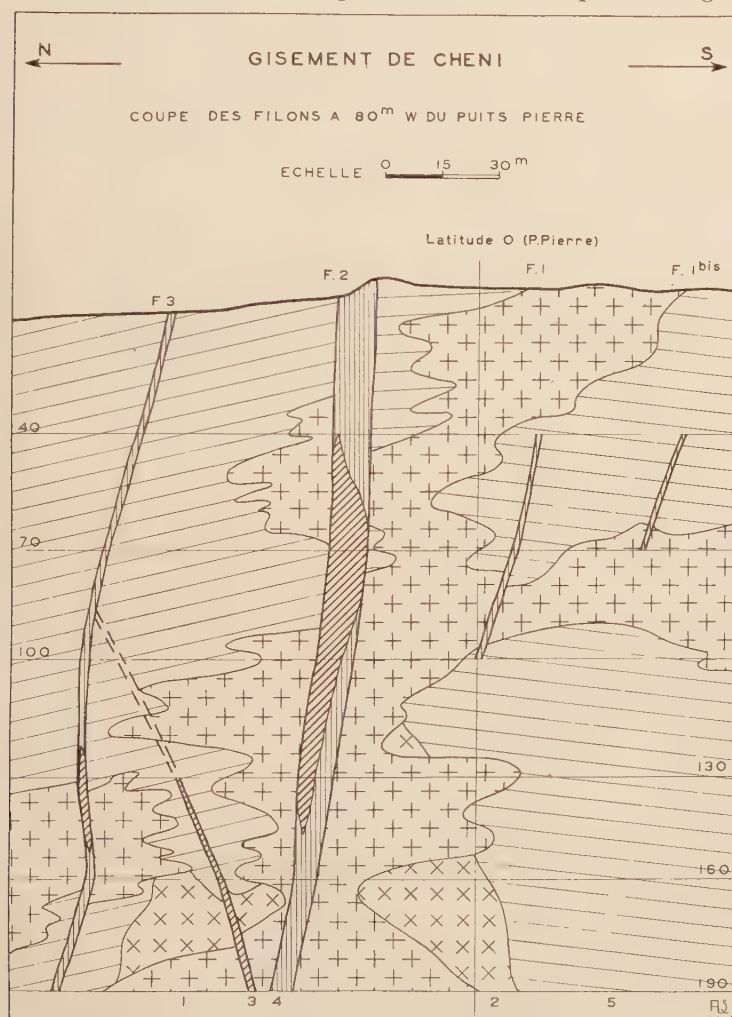


Fig. 42. — Coupe verticale N-S des travaux de Cheni.

Echelle 1 : 2000.

- | | | | |
|---------------|--------------|-----------|----------------------|
| 1. Granite II | 2. Granite I | 3. Quartz | 4. Gneiss broyés |
| | | | 5. Gneiss à 2 micas. |

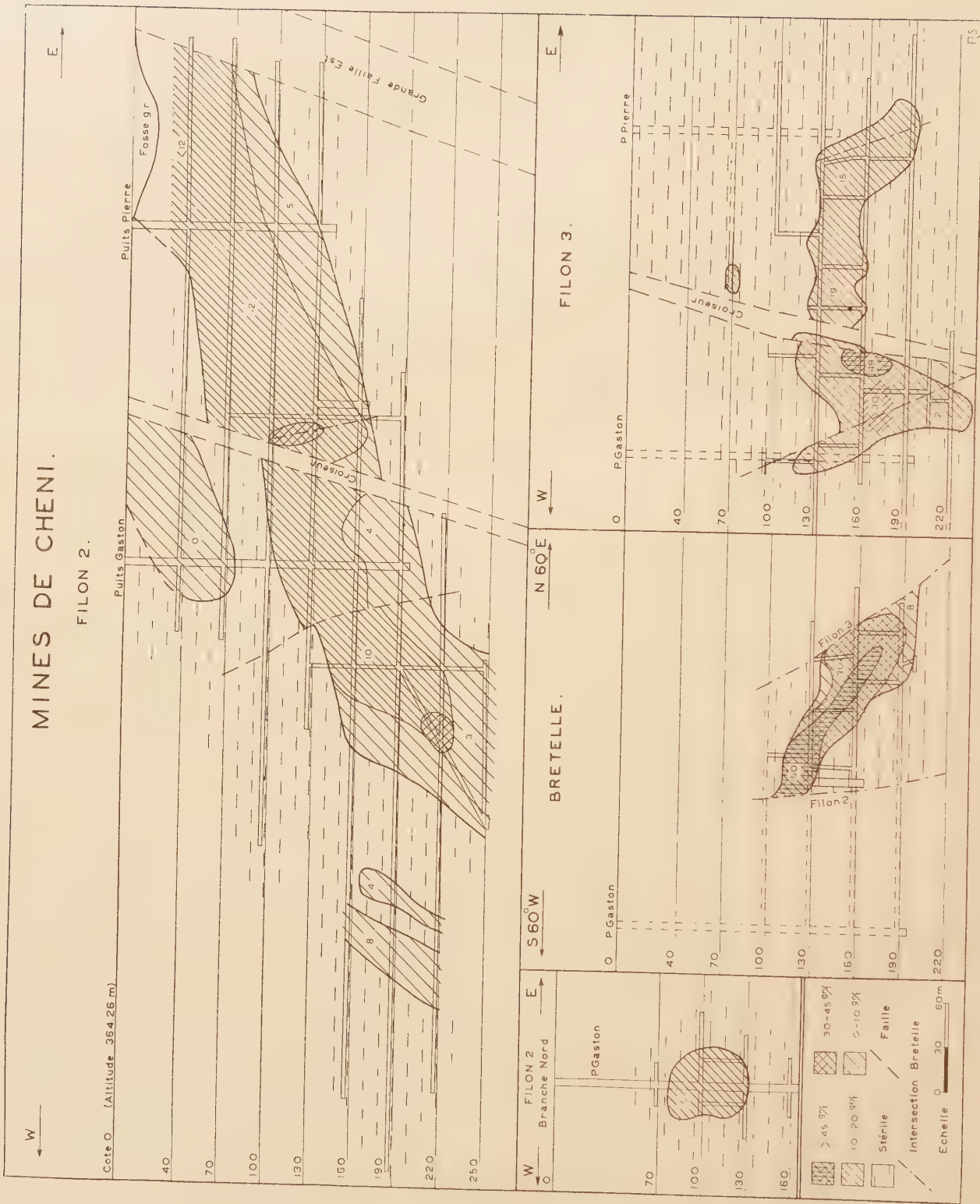


Fig. 43. — Projection verticale des travaux de Chéni avec la distribution des zones exploitables.
Echelle 1 : 4000.

de cette faille est d'environ 80° W, et le remplissage, d'une puissance variable entre 3 et 8 m, est identique à celui de la première faille.

L'accident le plus important est celui qui limite le gisement à l'Est. C'est une zone d'écrasements et de cisaillements (shear-zone) orientée N 35° E et de pendage 80° W, dont la puissance varie entre 40 et 60 m. Elle correspond probablement à la *faille de La Meyze*, notée par Leverrier sur la feuille de Limoges au 80.000ème entre le village de La Meyze au Nord-Nord-Est et le gisement de Cheni. Les travaux effectués dans cette faille ont rencontré de petites lentilles et veinules de quartz aurifère, dont la dimension ne dépasse pas la grandeur d'une main. Ces lentilles paraissent postérieures au broyage du terrain, et sont formées d'un quartz blanc à mispickel, galène et or libre nettement différent du quartz bleuté des filons Est-Ouest de Cheni. Aucune masse minérale importante n'a été rencontrée dans cette zone de broyage.

Le rejet de cette immense « faille » est probablement de 800 m à main gauche. Trois cassures semblables à celles de Cheni, mais stériles, ont en effet été retrouvées au delà de cette zone à 800 m au Nord-Nord-Est ; elles ont été explorées par le puits André jusqu'au niveau 70.

2. TRAVAUX D'EXPLOITATION

La figure 43 représente la projection verticale des travaux souterrains et de la distribution des teneurs.

Les niveaux d'exploitation, attaqués à partir du puits Pierre, ont d'abord été tracés dans les filons 1 et 2, à 30 m les uns au-dessous des autres. Au niveau 130, dans le filon 2, on a rencontré la cassure de la Bretelle. C'est en suivant cette cassure, exceptionnellement riche (jusqu'à 200 gr/t de teneur moyenne), que l'on a trouvé le filon 3. Plus tard, le puits Gaston a été foncé jusqu'à 190 m. Depuis ce dernier niveau, un plan incliné descend au niveau 250, où la formation, ayant une puissance de 12 m et une longueur de 110 m, a été laissée en place, sa teneur de 3 gr/t ne permettant pas l'exploitation.

A l'Est, les travaux ont buté sur la zone de broyage. Au delà de celle-ci, à 800 m au Nord-Nord-Est, le rejet des filons a été reconnu par le puits André, mais les teneurs de la formation étaient insignifiantes. A l'Ouest, le quartz a disparu par serrage ; au delà, diverses galeries de recherche ont été tracées dans la cassure du filon 2.

La méthode d'exploitation utilisée varie selon les cas. Les étages, distants de 30 m, sont reliés par des cheminées de 30 en 30 m. L'abatage se fait soit par tranches horizontales de 2 m de hauteur, soit par tranches inclinées à 50°. Lorsque le minerai et le terrain encaissant sont solides, on utilise la chambre-magasin, ce qui augmente le rendement de 30 % environ par rapport à la méthode par tranches horizontales. La teneur-limite de l'exploitation était voisine de 3,5 gr/t en août 1939.

On n'a pas rencontré de formation intéressante dans les diverses recherches entreprises sur d'autres cassures de la région, qui avaient pour la plupart une direction N 65° E. On a néanmoins pu retirer 7000 t de quartz de 10 à 15 gr/t d'or du puits de la Cité (jusqu'à 70 m), et 1500 t de quartz à environ 10 gr/t du puits Robert (jusqu'à 40 m).

3. ALLURE DES FILONS

FILON 1.

Celui-ci a une direction Est-Ouest et un pendage de 81° N. Il a été exploité depuis la profondeur de 20 m, où s'arrêtent les anciens travaux gallo-romains, jusqu'au niveau de 100 m, où la minéralisation prenait fin. La zone exploitable était inclinée de l'Est à l'Ouest et s'étendait sur environ 100 m en direction. La puissance maximum du quartz était de trois mètres ; la minéralisation a disparu par serrage du quartz, alors que la cassure se continuait dans les gneiss. La zone la plus riche se trouvait entre les niveaux 40 et 70 ; nous n'avons pas d'indications précises concernant les teneurs de ce filon.

FILON 2.

Sa direction est Est-Ouest, son pendage vertical, ou 80° N. La puissance du remplissage quartzeux atteint 12 m au maximum. L'exploitation a débuté au niveau 40. Après une première zone au voisinage des anciens travaux où la teneur moyenne était inférieure à 12 gr/t, on a trouvé des zones plus riches en allant vers l'Ouest. L'axe de la zone exploitable était incliné d'environ 25° à l'Ouest, et les teneurs baissaient assez régulièrement en descendant. La zone la plus riche était certainement celle que les Romains ont exploitée au-dessus du niveau 40.

La formation exploitable a consisté tout au long en quartz compact, ou en quartz contenant des débris de roche encaissante altérée. Tout le quartz était aurifère ; la formation stérile comprenait soit des gneiss et schistes encaissants broyés, soit des roches encaissantes fortement quartzifiées. Ainsi, l'allure de la zone exploitable représente la forme de la lentille de quartz. C'est seulement dans les zones où la teneur était inférieure à la teneur-limite (4 gr/t) que le quartz a été laissé en place. Ces zones forment le bord inférieur de la lentille. En quelques endroits, on a rencontré des enrichissements locaux, notamment au contact avec la Bretelle dans la zone du toit du niveau 130 et dans une petite zone au mur entre 210 et 230 m de profondeur (30-40 gr/t). Les zones rencontrées à l'Ouest par le niveau 190 étaient formées par deux petites lentilles de quartz noyées dans les roches encaissantes broyées.

Ainsi, le filon 2 est une lentille de quartz noyée dans une zone broyée de gneiss et de schistes de 15 m de puissance ; à l'intérieur de cette lentille, les teneurs en or baissent en descendant.

Une petite lentille, appelée branche Nord, a été rencontrée au Nord du filon 2 dans la région du puits Gaston entre les niveaux 70 et 130. Elle avait environ 50 m de diamètre, une puissance de 2 m, et une teneur de 15 gr/t assez régulièrement distribuée.

FILON 3.

Sa direction est Est-Ouest, son pendage 80° N, avec une légère inversion au voisinage du puits Pierre. La puissance maximum est de 3 m. La cassure du filon affleure en surface, où son remplissage consiste en schistes broyés. La lentille de quartz, de forme capricieuse, ne s'ouvre que vers 110 m de profondeur. Entre 0 et 110 m, le remplissage est toujours le même qu'en surface, à part une petite lentille minéralisée au niveau 70, noyée dans le remplissage schisteux.

La zone la plus riche du filon 3 se trouve de part et d'autre de son intersection avec le croiseur, mais ce fait est fortuit. Le croiseur est postérieur à la minéralisation ; au niveau 130, il renferme un lambeau de traînage du filon 3.

Le quartz aurifère ne descend pas au-dessous du niveau 220. Le filon 3 présente donc l'aspect d'une lentille de quartz de puissance et de forme irrégulières, isolée dans une zone de broyage de 3 m de puissance. Il est à noter que *rien* dans l'affleurement ne permet de prévoir la présence du quartz minéralisé en profondeur, et que cet affleurement ne se distingue en rien de nombreux autres affleurements de cassures.

LA BRETELLE.

Sa puissance est de 40 à 60 cm, sa direction Est-Nord-Est, son pendage 72° S. Elle relie les filons 2 et 3. Cette cassure a des épontes exceptionnellement nettes. Son quartz est très riche-ment minéralisé ; il y a des parties où la teneur moyenne dépasse 200 gr t. Sa puissance est très régulière. Les zones des filons 2 et 3 qu'elle relie sont des zones d'enrichissement : il semble que la solution aurifère, arrivant par le filon 3, s'est concentrée dans la cassure étroite de la Bretelle. Le quartz de la Bretelle est fracturé et souvent rouillé. L'or forme des agrégats qui mesurent parfois plusieurs millimètres de diamètre.

Cette cassure a une allure typiquement filonienne : une petite déchirure de 50 cm, à épontes très nettes, remplie de quartz aurifère. Comme dans le filon 3, il n'y a pas de quartz stérile. Les teneurs baissent en descendant, comme dans les autres filons.

En résumé, les « filons » de Cheni consistent en lentilles de quartz minéralisé, distribuées dans trois zones de broyage à épontes nettes. La puissance de chaque cassure est peu variable, et les cassures continuent au delà des lentilles de quartz sans changer d'allure. Les lentilles ont une puissance et une forme irrégulières, mais elles sont minéralisées en leur entier, et leurs teneurs baissent en descendant. Il y a des cassures divergentes: le filon 1 *bis*, la branche Nord du filon 2 et la Bretelle. L'ensemble est encaissé dans un complexe de schistes cristallins injectés de granites congénères. Il n'y a aucune relation génétique entre les granites et la venue minéralisée.

4. NATURE DU REMPLISSAGE

Les relations entre les deux éléments qui forment le matériel de remplissage des cassures de Cheni, les lentilles de quartz et les roches broyées, sont les suivantes.

LE QUARTZ.

Celui-ci est tantôt blanc, tantôt bleuté. La minéralisation comprend de l'or libre souvent visible et de rares sulfures: mispickel, pyrite, galène, blende, chalcopryrite et jamesonite. Le quartz renferme fréquemment des débris de roche encaissante. Ces débris ont surtout une forme lenticulaire, mais on rencontre aussi les rognons verts et roses, de forme tantôt anguleuse, tantôt arrondie, que nous avons trouvés aux Gareillas. Les mêmes dénominations de « granulite » et de « pegmatite » ont été utilisées pour désigner les gneiss peu altérés, et les schistes, gneiss et granites fortement altérés dont sont formés ces rognons.

Le type d'éponte est en général un peu différent de celui de Gareillas III. La plupart du temps, les lentilles de quartz passent à la roche broyée par un véritable stockwerk de veinules de quartz. On trouve moins souvent l'éponte-salbande, dont le miroir est antérieur au dépôt du quartz (dans ce cas, l'éponte de la lentille de quartz correspond à l'éponte de la fracture), ou l'éponte postérieure qui recoupe aussi bien le quartz que la roche encaissante. Dans certains cas, un filonnet de dolomie rose recouverte de quartz pyramidal constitue, le long d'une des épontes, un précieux fil conducteur pour l'exploitation.

LES ROCHES BROYÉES.

Elles comprennent l'ensemble des gneiss, granites et pegmatites. Dans les cassures, ces roches ne sont pas réduites à l'état de mylonites, mais sont simplement écrasées, fortement diaclasées, disloquées en paquets. La nature de la roche originelle se reconnaît en général encore très bien. Les épontes des zones broyées sont pour la plupart plus nettes que celles des lentilles de quartz. Il est impossible même d'apprécier le déplacement relatif des lèvres des fractures. Les failles contiennent un remplissage beaucoup plus écrasé que les cassures, sauf la zone d'écrasements à l'Est.

En résumé, le type de passage normal du quartz à la roche broyée est le passage progressif par un stockwerk de veinules de quartz.

5. ALTÉRATION DE LA ROCHE ENCAISSANTE

Les roches broyées ont subi une double altération, dont la première consiste en une séricitisation consécutive à l'écrasement, et la seconde en une altération hydrothermale semblable à celle que nous avons décrite à Gareillas.

Quoique les sulfures soient beaucoup plus rares, la pyritisation des épontes est aussi importante qu'à Gareillas III. Tant les schistes que les gneiss au voisinage du quartz sont parsemés de petits cubes et octaèdres de pyrite de néoformation particulièrement fraîche. La séricitisation hydrothermale nous a paru en moyenne moins intense qu'aux Gareillas. Elle s'étend souvent à 1 ou 2 m des épontes, mais il est très difficile de la distinguer de la séricitisation d'écrasement. Du fait que la séricitisation et l'action altérante des solutions quartzeuses ont été plus faibles, le remplacement des débris de roche broyée semble s'être fait plus difficilement qu'aux Gareillas. La silicification et la carbonatation ne s'étendent pas au delà de 1 m à partir des épontes ; il est difficile de mesurer leur importance.

L'altération hydrothermale est donc identique à celle des Gareillas, quoiqu'un peu plus faible. Comme dans les autres gisements, les noms de « granulite » et de « pegmatite » ont été appliqués aux produits de l'altération hydrothermale. Nous devons les remplacer par *gneiss (ou granite) altéré* et *gneiss (ou granite) séricitisé*.

Le rôle de la métasomatose est plus difficile à définir. On l'observe surtout dans les parties étroites des filons et au voisinage des épontes. Elle est particulièrement nette dans le quartz de la Bretelle. Ce quartz est riche en or visible et est souvent rouillé. L'oxydation se fait sentir dans les plages de séricite, qui sont colorées en brun clair par la limonite. Les solutions oxydantes ont pu atteindre la séricite par les nombreuses fractures du quartz de ce filon.

On peut avoir une excellente impression de l'action de la métasomatose par l'étude de sections polies de ce quartz à la loupe binoculaire. Les plages de séricite forment des traînées plus ou moins disloquées de petits débris anguleux, qui sont emprisonnés dans le quartz comme des mousses aquatiques dans la glace d'un étang. L'association est tout à fait typique et ne laisse aucun doute quant à l'action du processus métasomatique. La solution quartzeuse a dû imprégner la roche auparavant altérée, d'abord en suivant les plans de petites diaclases, puis en dissolvant et en remplaçant progressivement les plagioclases. Les plages d'or sont renfermées dans le même quartz et ont été emprisonnées après leur précipitation ou leur coagulation par la silice en voie de remplacement et de cristallisation. C'est le même quartz qui a métasomatisé les débris de roche encaissante et qui a emprisonné les grains d'or, et ce fait est la démonstration péremptoire de la nature primaire de l'or.

Ainsi, les veines de Cheni sont également des veines formées par altération et remplacement du matériel broyé dans des cassures des gneiss sous l'action d'une solution siliceuse. L'or qu'elles renferment est primaire et s'est déposé durant le processus de métasomatose.

6. LA MINÉRALISATION

NATURE DU MINÉRAI.

La minéralisation comprend une gangue de quartz bleuté ou blanc, d'aspect compact, à éclat cristallin, suivi de dolomie rose largement postérieure à la première phase de quartz. La dolomie est suivie à son tour par du quartz pyramidal (quartz à « dents de chien » des mineurs).

La gangue renferme quelques rares sulfures : mispickel, pyrite, galène, blende et parfois un peu de jamesonite. La galène et la blende se rencontrent seulement dans certaines zones riches sous forme de mouches isolées de 0,1 à 3 mm et leur présence est un indice de bonne teneur. Le mispickel est rare et la pyrite semble essentiellement provenir de l'altération des débris de roche encaissante. Elle se rencontre uniquement en présence d'autres traces de métasomatose.

L'or est libre et, dans les zones riches (20 gr/t), facilement visible à l'œil nu. Il se présente en petits grains de forme capricieuse, au toucher rugueux et à éclat jaune d'or caractéristique. Ces grains sont toujours emprisonnés dans le quartz. Dans les zones à teneurs élevées, le quartz est bleuté ; au sein du quartz bleu se dessinent confusément des veinules et des plages en quartz blanchâtre. Les différences entre ces deux quartz sont très peu marquées. L'or est lié tantôt au quartz bleuté, tantôt au quartz blanchâtre. Le premier de ces quartz contient souvent de petits

Distance	An. au sac	Ech. à la benne
25 m.	1,3	
26	1,4	
27	27,5	
28	2,0	
29	11,5	18,0
30	1,8	
31	8,4	7,0
32	7,0	
33	2,3	
34	1,0	
35	6,0	27,2
36	9,7	26,8
37	3,5	
38	329,0	31,3
39	1540,0	55,5
40	181,0	30,7
41	3650,0	
42	11,4	14,1
43	21,0	
44	3,0	1,5
45	968,0	
46	119,0	4,4
47	80,0	
48	8,5	4,5
49	21,0	6,8
50	1,5	

débris de séricite, qui sont rares dans le quartz blanc. Il semble que le quartz bleuté s'est déposé par métasomatose et a été colmaté par le quartz blanc, mais on ne peut séparer ces deux phases aussi nettement qu'aux Gareillas.

La distribution des teneurs au travers d'une même lentille est beaucoup plus régulière dans ses grandes lignes qu'aux Gareillas, mais, d'un mètre à l'autre, les teneurs d'après les échantillons au sac sont beaucoup plus variables. Ceci provient non seulement de la dimension plus grande des particules d'or, mais également d'une répartition plus irrégulière. Dans les chantiers riches, l'or n'est jamais visible d'une manière égale au travers de tout le chantier, mais il se présente en petites zones d'enrichissement local de 10 à 100 ou 200 cm de diamètre, le quartz étant partout absolument le même. La comparaison entre les échantillonnages industriels à la benne et les échantillonnages à la main met également en relief cette concentration irrégulière. L'exemple ci-contre provient du filon 3, niveau 190, galerie Est E 218, entre 25 et 50 m.

On comparera ce tableau à celui de la page 52 qui donne le résultat d'un échantillonnage au sac dans une zone à 15 gr/t de moyenne à Gareillas III. A Cheni on ne peut donc tirer des conclusions aussi poussées de l'échantillonnage au sac qu'aux gisements sulfurés des Gareillas.

Il résulte de l'étude microscopique que le quartz de Cheni est également formé de grands cristaux souvent idiomorphes colmatés par une masse de petits cristaux renfermant l'or, la séricite et les sulfures, s'il y en a (*fig. 16b*). Les grands cristaux correspondent souvent au quartz de la roche remplacée.

On trouve en outre les filonnets de quartz blanc et stérile remplissant des sortes de fissures de retrait.

On observe la succession de cristallisation suivante :

Phase I. Altération hydrothermale :

Pyrite, séricite, calcite, quartz.

Phase II. Minéralisation :

1. Quartz I et II.
2. Or et sulfures.
3. Quartz I et II.

Phase III. Consolidation :

Quartz blanc III stérile.

Phase IV. Phase tardive :

1. Dolomie rose.
2. Quartz cristallin pyramidal IV.

CHALCOGRAPHIE DU MINÉRAL.

La rareté et la grande dispersion des sulfures ne nous ont permis d'étudier les caractères de la minéralisation que dans quelques échantillons provenant d'un petit nombre de chantiers d'abatage. De ce fait, nous pouvons seulement donner quelques particularités des minéraux, sans prétendre à généraliser nos observations.

1. **La pyrite** se rencontre : a) en cristaux de 1 à 3 mm de diamètre, qui proviennent

indubitablement des débris de roche altérée métasomatisés par le quartz, et qui sont antérieurs à tous les autres minéraux (*fig. 44b*); *b*) en filonnets de quelques centièmes de mm d'épaisseur dans la blende (*fig. 44a*).

2. **Le mispickel** est rare. On le rencontre d'une part en petits débris dans nombre de grains d'or (*phot. 25*), d'autre part en cristaux isolés ou groupés en mouches, à bords très nets, mesurant de 0,5 à 3 mm et colorés en un rose brun très clair. La teinte, le pléochroïsme de réflexion et l'anisotropie sont plus prononcés que dans le mispickel des Gareillas.

3. **Pyrrhotine**. — Nous avons rencontré une inclusion de ce minéral, mesurant 0,1 mm, dans un cristal de mispickel (*fig. 44a*). L'échantillon provenait du filon 3, niveau 190.

4. **La blende** forme des plages isolées et arrondies de 1 à 6 mm de diamètre. Ces plages sont quelquefois parcourues par des veinules de pyrite finement cristalline et peuvent renfermer des débris de mispickel.

5. **La chalcopyrite** ne se trouve qu'en petites inclusions arrondies de 0,01 mm dans la blende.

6. **La galène** est le minéral le plus fréquent. On la trouve en traînées ou plages colmatant souvent d'autres minéraux. Ses cristaux mesurent de 0,5 à 5 mm et renferment fréquemment de petites aiguilles de jamesonite.

7. **La jamesonite** se présente en aiguilles fines de 0,1 à 3 mm de longueur. Nous ne l'avons observée qu'en présence de galène, sans que la relation d'âge apparaisse clairement (*fig. 44b*). Par analogie avec les structures du minerai des Gareillas, nous pensons que la galène est postérieure à la jamesonite.

8. **L'or** forme des plages de forme capricieuse, en général isolées dans le quartz, mais parfois associées à l'un des sulfures. Leur dimension varie entre 0,01 et 2 mm. Nous avons également trouvé des particules d'or dans quelques plages de galène-jamesonite (*fig. 44b*), et les zones riches en galène-jamesonite sont celles où les teneurs en or sont les plus élevées. La présence de petits débris de mispickel dans les plages d'or et le contour capricieux de ces dernières sont caractéristiques du minerai de Cheni (*phot. 25*).

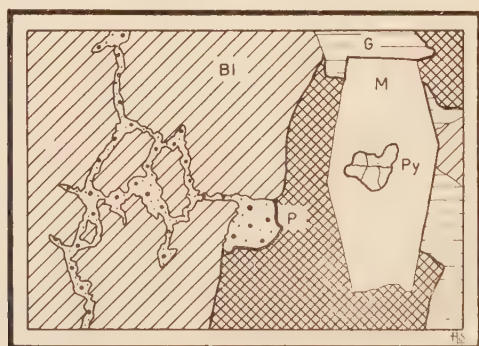


Fig. 44 a. — Cheni, filon 3, niveau 190.

Ech. 289 c. Gross. = 50.

P = pyrite.

Py = pyrrhotine.

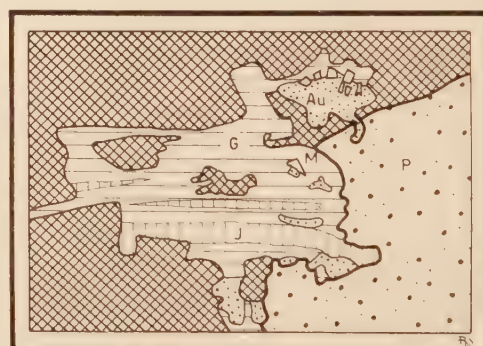


Fig. 44 b. — Cheni, filon 3, niveau 190.

Ech. 281 d. Gross. = 200.

M = mispickel.

Bl = blende.

G = galène.

J = jamesonite.

Au = or.

9. **Paragenèse des minéraux**. — Il nous est impossible de donner la succession de cristallisation détaillée. La pyrite d'altération hydrothermale, la pyrrhotine et le mispickel sont les premiers minéraux formés. La galène, la jamesonite et l'or sont les derniers. La position de la blende est incertaine, mais elle est antérieure à la pyrite II, qui la parcourt en veinules. Les figures 44 représentent les associations les plus typiques que nous ayons observées.

Le mispickel est postérieur à la pyrrhotine et antérieur à l'or, à la galène, à la jamesonite et probablement à la blende. La figure 44*b* met en évidence un grand cristal de pyrite d'altération hydrothermale, alors que la figure 44*a* montre de la pyrite II postérieure à la blende.

Nous n'avons pas constaté de différences entre les minerais des divers filons, si ce n'est que les sulfures nous ont paru plus abondants dans le filon 3, qui est en même temps le plus riche en or.

7. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Roches encaissantes. — Gneiss à deux micas injectés de granites, pegmatites et aplites anciennes. Les gneiss dessinent un anticlinal dont l'axe est orienté Est-Ouest et dont les deux flancs ont un pendage de 15° au Nord et au Sud.

Type des cassures. — Zones de fractures droites à pendage très redressé (80 à 90°), dirigées Est-Ouest et d'une puissance qui peut atteindre 15 m. Ces fractures renferment des lentilles plus ou moins rapprochées de quartz minéralisé.

Épontes. — Leur type est variable. En général, le quartz passe graduellement au matériel broyé de la cassure par des stockwerks et veinules de quartz. L'éponte soudée est rare. On trouve l'éponte très nette surtout aux endroits où la limite de quartz correspond à l'éponte de la fracture.

Allure du minerai. — Quartz bleuté minéralisé en or libre et renfermant souvent des débris de roche encaissante.

Altération des épontes. — Pyritisation, séricitisation, silicification et carbonatation. D'étendue très variable, elle paraît plus faible qu'aux Gareillas.

Métasomatose. — Le quartz qui a remplacé les débris de roche encaissante renferme aussi l'or et les sulfures, ce qui démontre la nature primaire de la minéralisation; les veines de Cheni sont des veines de remplacement et de remplissage.

Minerai riche. — Quartz faiblement bleuté. Présence de galène et de jamesonite, éventuellement de blende.

Minerai pauvre. — Quartz blanc chargé en débris séricitisés de roche encaissante.

Influence de la structure. — Enrichissement du filon 2 par la Bretelle; aucune autre structure n'est déterminante. Les têtes de lentilles sont les plus riches; les teneurs baissent en descendant.

Influence de la roche encaissante, des croiseurs et des failles. — Apparemment nulle.

Nature de l'or. — Soit libre, en grains à contours irréguliers mesurant jusqu'à 2 mm et renfermant souvent de petits débris de mispickel, soit associé en grains fins à certains sulfures, comme la galène et la jamesonite. Le titre de l'or est de l'ordre de 870.

Paragenèse globale.

Phase I. Altération hydrothermale.

1. Pyrite I.
2. Séricite.
3. Calcite I.

Phase II. Minéralisation.

4. Quartz I et II.
5. Pyrrhotine - mispickel.
6. Chalcopyrite - blende.
7. Pyrite II, galène, jamesonite, or.
8. Quartz I et II.

Phase III. Consolidation.

Phase IV. Phase tardive.

9. Quartz blanc III, stérile.

10. Dolomie.

11. Quartz cristallin IV.

CONCLUSIONS.

Les filons de Cheni sont encaissés dans des gneiss schisteux subhorizontaux injectés par une série ancienne de granites-pegmatites-aplites dont l'intrusion précède d'au moins une phase orogénique les venues hydrothermales aurifères. Les filons consistent en lentilles de quartz aurifère dispersées dans de puissantes cassures des gneiss à épontes très nettes. Nous ne connaissons aucune roche éruptive au voisinage du gisement ayant des rapports génétiques avec la minéralisation.

Le dépôt s'est fait dans des zones de fractures par altération et remplacement des roches encaissantes broyées. L'écrasement préalable de ces roches joue un rôle important, et l'altération hydrothermale chimique paraît moins intense qu'aux Gareillas, quoiqu'elle soit de même nature: pyritisation, séricitisation, silicification et carbonatation.

Les veines sont étroitement apparentées à celles des Gareillas par la nature des sulfures, le titre de l'or, la nature de l'altération et le processus de dépôt, mais elles s'en distinguent par la rareté des sulfures, la grosseur des particules d'or et l'altération hydrothermale plus faible. Elles ont dû se déposer d'une manière analogue à celles des Gareillas, à savoir par réaction d'une solution siliceuse colloïdale avec des débris de roches broyées.

Les sulfures et l'or sont primaires, et l'on ne trouve aucune trace de remaniements secondaires hypogènes ou supergènes. La distribution de l'or selon des quantités décroissantes en profondeur a une cause primaire, et traduit une tendance qu'avait l'or à monter au sein de la solution siliceuse. Nous n'avons constaté de variations dans les caractères de la minéralisation ni en profondeur, ni latéralement.

Les caractères de la minéralisation et le mode de formation des gisements rendent possible l'existence en profondeur de nouvelles lentilles minéralisées dans les cassures de Cheni.

8. TRAITEMENT DU MINERAI DE CHENI

Nous n'indiquerons que les grandes lignes du traitement, dont l'étude de détail sort du cadre de notre travail.

Le minerai extrait est concassé sur le carreau de la mine dans un concasseur à mâchoires qui le réduit à 15 cm. Un téléphéage le conduit ensuite à la trémie d'alimentation de l'Usine des Farges, située à 800 m au Nord-Est. De là, il passe dans un deuxième concasseur qui le réduit à 6 cm ; le produit obtenu alimente 6 batteries de 5 pilons. En route, un échantillonneur automatique prélève une partie du minerai entrant.

La grille de sortie des pilons correspond au tamis de 80 mailles. La pulpe obtenue passe sur les tables d'amalgamation qui retiennent 80 % de l'or. A leur sortie des tables, les boues sont séparées à 150 mesh dans un classificateur Dorr à rateaux. Les grosses repassent dans un tube-mill chargé en galets de quartz provenant de la mine.

La pulpe fine sortant des classificateurs est envoyée dans des décanteurs, dont les eaux retournent aux bocards. Après la décantation, la pulpe, qui a une densité de 1,50 à 1,52, est filtrée sur des filtres-tambours. La pâte filtrée est réempulpée avec des solutions de queue de NaCN dans un patouillet, puis soumise pendant une dizaine d'heures à un pachucage dans 2 tours d'agitation à air comprimé. Les solutions aurifères sont décantées et filtrées, puis envoyées dans des caisses à zinc. La pâte stérile, contenant environ 0,5 gr/t d'or, est réempulpée, puis évacuée.

L'amalgame des tables donne par distillation une éponge de 860 millièmes d'or, 130 millièmes d'argent et contenant des traces de fer et d'autres métaux.

En 1938, l'usine a traité 20.432 tonnes de minerai, qui ont fourni 447,500 kg d'or fin et 66,455 kg d'argent fin. Ces chiffres correspondent à une teneur moyenne du tout-venant de 21,9 gr/t, à un titre de l'or de 872 millièmes, et à un rapport or/argent de 6,7.

CHAPITRE III

LES GISEMENTS ABANDONNÉS

Nous examinerons les données principales sur les gisements dont l'exploitation s'est révélée impossible. Nous n'avons pu visiter que les travaux extérieurs de ces gisements. Pour les détails concernant l'exploitation et les recherches, on consultera avec avantage le travail de Wakker (117), qui résume toutes les études faites dans la région jusqu'en 1933.

1. LA FAGASSIÈRE

SITUATION ET TRAVAUX.

Ce gisement a donné son nom à la concession où sont situées les veines des Gareillas. Les travaux ont débuté près d'un important alignement de fosses gallo-romaines orientées N 35° à 50° E et se dirigeant vers l'Etang de Mars (*fig. 8*). Au cours des recherches, le puits de la Fagassière a été poussé jusqu'à 180 m de profondeur, sans que l'on ait pu mettre en évidence des teneurs en or intéressantes; les travaux ont été abandonnés en 1934. Il avait été tracé en ce moment 155 m de cheminées et bures, 1136 m de galeries et descenderies, et 544 m de travers-bancs, recoupes et recettes. Tous ces travaux ont été effectués sur un filon parfaitement net et continu sur 500 m au niveau de 30 m.

D'après Duparc et Wakker (92), on se trouve en présence d'un filon quartzeux qui a rempli une faille traversant un complexe gneiss-amphibolite et un dyke de granite à deux micas. Ce filon ne serait pas influencé par la nature des terrains traversés. Il a été rejeté par des failles transverses remplies quelquefois de quartz. Ces failles, de direction N-S ou NW-SE, ont provoqué des rejets variant entre 1 et 32 m à main gauche par rapport à la direction filonienne.

La direction du filon est N 32° E dans sa partie méridionale, N 56° E à son extrémité Nord. Le pendage est vertical jusqu'à 90 m de profondeur; de là jusqu'à 180 m, il passe peu à peu à 55° W. La puissance est variable, avec un maximum de 5 m dans la partie Sud au niveau 60; la moitié Nord a en moyenne 1 m de puissance.

NATURE DU REMPLISSAGE.

Wakker (117) décrit la minéralisation comme suit :

« Le remplissage du filon est constitué par du quartz compact, gris-bleuté, à grain fin, par des pegmatites peu développées, très quartzeuses et pauvres en micas, et par une brèche de granite à deux micas, de gneiss et d'amphibolite très quartzeux. Le tout a été lavé par des eaux superficielles et présente de nombreuses petites géodes qui ont été partiellement remplies par du quartz secondaire blanc.

Le quartz est surtout minéralisé par du mispickel et accessoirement par de la pyrite, de la galène et de la chalcopryrite, tandis que les pegmatites ne le sont que par de la pyrite qui se retrouve parfois dans les roches encaissantes.

L'or se trouve à l'état libre, mais il est extrêmement fin; en effet, il n'est que partiellement amalgamable, mais facilement cyanurable. Il est difficile de savoir s'il se trouve dans le quartz primaire ou dans le quartz secondaire, toujours très abondant. La nature de la roche encaissante ou l'abondance du mispickel ne donnent aucune indication sur sa présence. Les

parties du filon qui sont le siège d'une grande circulation d'eau sont généralement riches. Les teneurs varient de 0 à 500 gr/t. Certaines parties du filon, surtout près des travaux ro-mains, sont très riches. Aucune teneur intéressante n'a été rencontrée aux niveaux —60 et —90; toutes les zones intéressantes se trouvaient au niveau —30. A ce niveau, il y avait une venue d'eau siliceuse laissant un dépôt de silice gélatineuse ayant une teneur de 1,5 à 9,8 gr/t. Cette constatation semble prouver que l'enrichissement s'est effectué principalement *per descensum*, ce qui explique la répartition irrégulière de l'or ainsi que l'abaissement des teneurs en profondeur. »

Quant aux épontes, d'après Wakker (92), elles sont tantôt du type « éponte soudée », fréquemment avec un passage progressif du quartz à la roche encaissante, tantôt nettes et présentant un miroir et des stries.

Mc Cann (rapport inédit), après examen des trois niveaux supérieurs, note que le quartz contient une grande quantité de géodes partiellement remplies par du quartz secondaire ou de la calcite, d'où la minéralisation d'origine a pu être entraînée par les solutions descendantes. A la suite de cette observation on a supposé qu'à une certaine époque géologique le niveau hydrostatique était beaucoup plus bas et on en a conclu qu'il n'était pas impossible de rencontrer l'or lessivé beaucoup plus bas que 90 m, ou de trouver au delà de cette profondeur une minéralisation primaire exploitable. Mais à — 150 et à — 180 m, les géodes n'ont pas été retrouvées dans le quartz, et celui-ci était stérile, à part quelques rares teneurs de 13, 14, 19 et 22 gr/t d'or.

D'après ce que nous avons pu constater sur place, le quartz riche présentait encore la particularité de former des boules de 10 à 50 cm de diamètre, enfermées dans le matériel de remplissage quartzeux. Ces boules étaient constituées par un quartz gris bleu particulièrement dur contenant du mispickel fin et parfois un peu de galène, et présentant une certaine similitude avec le quartz des Gareillas. Il est vraisemblable que ces boules constituent les restants d'une minéralisation primaire remaniée par une venue siliceuse stérile.

NATURE DE LA ROCHE ENCAISSANTE.

D'après Wakker, les roches encaissantes deviendraient de plus en plus homogènes avec la profondeur, les gneiss et les amphibolites étant fortement « granitisés ». Les « pegmatites » augmenteraient avec la profondeur. Alors qu'au niveau — 30, les contacts granite-gneiss sont nets, ils seraient très progressifs au niveau — 90.

Nous avons pu constater dans les parties supérieures du puits de La Fagassière, et sur les affleurements en surface, que l'orientation des gneiss et amphibolites est N-S, le pendage étant de 25° E environ.

Le fait dominant à La Fagassière est l'absence de toute teneur au-dessous du niveau 30, et la présence dans le quartz des niveaux supérieurs de géodes à quartz et calcite secondaires, qui font défaut dans les niveaux inférieurs. Le gisement serait encaissé, au moins partiellement, dans un dyke de granulite avec lequel il aurait des relations génétiques directes; Wakker dit notamment (117) : « Les gisements sont formés par une venue de quartz avec quelques éléments de pegmatites, provenant de la dernière phase de différenciation d'un magma acide, venue qui remplit les failles existantes là où elles présentent une puissance suffisante et qui s'infiltre dans les failles de moindre importance en injectant les roches encaissantes. »

Nous avons examiné divers échantillons du matériel de remplissage et des roches encaissantes provenant des haldes. Nous avons pu constater que les termes de « granulite » et de « pegmatite » avaient leur signification habituelle et désignaient des fragments de roche encaissante altérés par la venue hydrothermale. S'il est certain que des granites et pegmatites anciennes existent dans la concession, il est non moins certain que ces roches ne jouent pas le rôle indiqué par les auteurs que nous avons cités, et que la granulite véritable n'existe pas dans la concession de La Fagassière. La roche encaissante a subi la même altération hydrothermale (pyritisation, séricitisation, silicification et carbonatation) que nous avons décrite aux

Gareillas et à Cheni. La remarque de Wakker, que les « pegmatites » ne sont minéralisées que par de la pyrite ne laisse aucun doute que ce terme désigne la roche encaissante altérée pyritisée. Ainsi, le filon de La Fagassière, comme ceux des Gareillas et de Cheni, est directement encaissé dans le complexe des ectinites, et il n'a aucune relation avec les granites congénères de ces roches.

Nous n'avons pas pu étudier en détail les relations entre les divers quartz de La Fagassière. Mais l'existence des boules de quartz riches dans le remplissage des niveaux supérieurs et la présence des géodes dans le quartz fin qui enrobe ces boules nous ont conduit à penser que le filon primitivement aurifère de La Fagassière a subi un remaniement secondaire hypogène par une venue siliceuse postérieure.

En résumé, le filon de La Fagassière est encaissé directement dans le complexe des ectinites injectées de granites anciens sans relations avec le quartz minéralisé, et la veine aurifère semble avoir été remaniée par une venue siliceuse hypogène stérile.

2. LA TOURNERIE

SITUATION ET TRAVAUX.

La concession de la Tournerie est située à l'Ouest de celle de la Fagassière et lui est contigüe. Les travaux ont porté sur un filon N 28° E, de pendage 75° W, affleurant en des points visibles sur 1800 m. Deux puits donnent accès aux travaux souterrains, le puits de La Tournerie de 27 m et le puits Maurice de 60 m de profondeur.

Le filon a été suivi par un niveau - 27 m sur une longueur de 280 m en direction NNE. Deux zones d'enrichissement ont été rencontrées. La première était située au voisinage du puits; elle mesurait 55 m de long et avait une puissance de 3 à 4 m en quartz et gneiss altéré quartzifié, avec environ 1 m de quartz. La deuxième zone, de 20 m de long et plus irrégulière, était située à 163 m au Nord du puits. Le premier ore-shoot était bien minéralisé dans sa moitié Sud (32 gr/t); dans la moitié Nord, on n'avait que 6 à 7 gr/t. Le deuxième ore-shoot présentait une teneur moyenne d'environ 5 gr/t.

Le deuxième niveau, à - 60 m, a pénétré dans la première zone minéralisée. Comme les teneurs étaient insignifiantes, le traçage a été abandonné. Une cheminée et deux niveaux intermédiaires ont montré que la zone riche du niveau - 27 se terminait en pointe vers la profondeur de 45 m. Vers - 47 m, le filon atteignait 5 m de puissance.

Le défilage du minerai a fourni 2650 tonnes.

NATURE DU REMPLISSAGE.

La structure et l'aspect du quartz de La Tournerie sont analogues à ceux du quartz de La Fagassière, comme nous l'ont montré les échantillons recueillis dans les haldes. Les relations entre le quartz et la roche encaissante sont également identiques dans les deux gisements. Aussi pensons-nous que la disparition de la minéralisation en profondeur doit être rapportée à des causes très semblables dans les deux cas.

Comme toujours, les termes de « granulite » et « pegmatite » ont été appliqués aux fragments de roche encaissante plus ou moins altérée. L'étude des affleurements nous a convaincu que le gisement est encaissé directement dans le complexe des ectinites injectées de granites anciens, et qu'il n'existe pas de granulite véritable dans la concession.

En résumé, le gisement de La Tournerie est encaissé dans le complexe d'ectinites injectées de granites anciens. La minéralisation primaire du filon semble avoir subi un remaniement secondaire hypogène semblable à celui qui a affecté le filon de La Fagassière.

3. CHAMPVERT

La concession de Champvert est située à 28 km à l'Est-Nord-Est de St-Yrieix. Le puits de Champvert a une profondeur de 100 m et donne accès à trois niveaux, à 40, 70 et 100 m de profondeur. Le filon reconnu se distingue des autres veines étudiées par la présence d'une faille longitudinale, qui a suivi le plan du filon et disloqué le minerai en lentilles d'importance variable. Tout le quartz était riche, sauf en une partie très réduite au pied de la lentille principale, au niveau 100 m. L'exploitation complète des diverses lentilles a fourni 2156 tonnes de quartz à environ 35 gr/t de teneur moyenne. La surface dépilée étant de 1900 m², l'extraction représente 1,15 t/m², ce qui revient à une puissance moyenne de 42 cm.

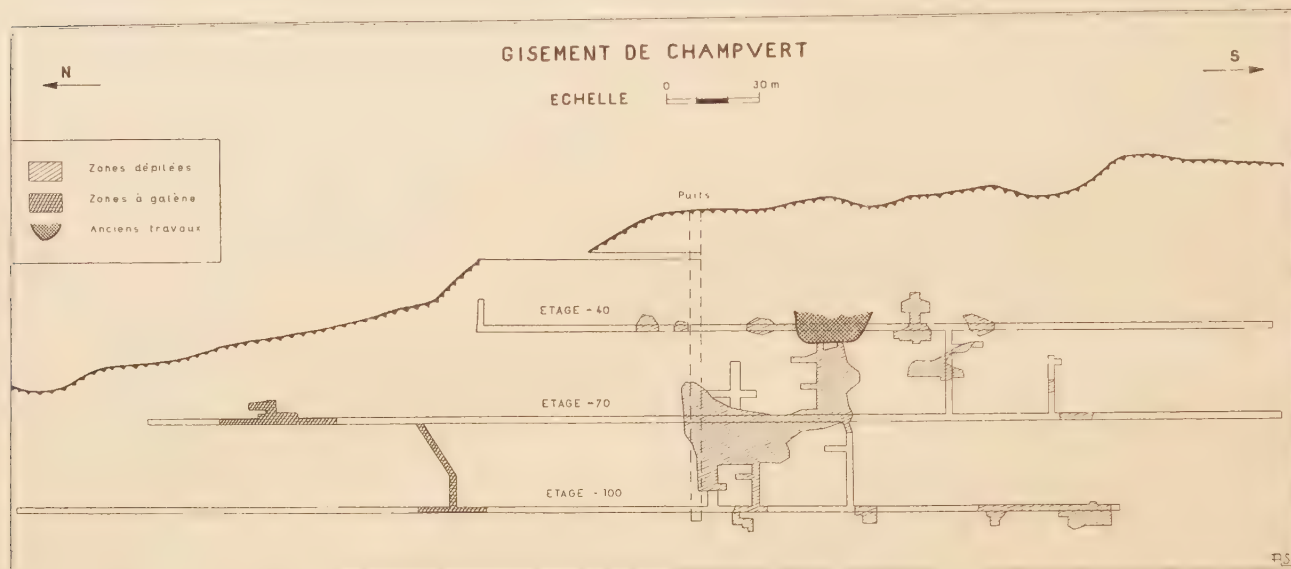


Fig. 45. — Projection verticale des travaux miniers de Champvert. Echelle 1 : 2500.

La lentille principale a été traversée un peu au Sud du puits par le niveau 70 sur environ 55 m; sa puissance moyenne était de 1 m 50 (maximum 3 m 50), la teneur moyenne de 50 gr/t.

NATURE DU REMPLISSAGE.

Le remplissage consistait en quartz disloqué et en « granulite ». L'examen des haldes nous a convaincu que le nom de granulite a été appliqué aux débris de roche encaissante altérée. Le quartz était blanc et contenait des sulfures et de l'or libre en particules mesurant au maximum 1,5 mm de diamètre. Les 97 % de l'or étaient amalgamables et les 3 % restant directement cyanurables.

Dans la partie Nord du gisement, les étages 70 et 100 ont traversé un remplissage de roches broyées, imprégnées de galène, d'un peu de blende et de pyrite. Cette imprégnation était postérieure au broyage et strictement localisée dans la zone de fracture. La galène, représentant environ le 12 % du remplissage, contenait 3 à 400 gr/t d'argent et une très faible quantité d'or.

La forte dislocation de la veine a conduit à l'abandon des travaux après abatage de tout le minerai reconnu.

NATURE DE LA ROCHE ENCAISSANTE.

Des échantillons de roche encaissante, provenant des haldes, nous ont montré une assez grande diversité de roches, allant de gneiss schisteux à des granites écrasés. Ne connaissant pas les relations entre ces divers termes en place, nous nous abstenons ici de les

étudier de près. Nous n'avons pas trouvé de granulite véritable, mais il n'est pas exclu que cette roche existe au voisinage du gisement.

En résumé, le gisement de Champvert comprend une veine de quartz blanc à sulfures et à or libre, encaissée dans des schistes cristallins injectés de granites indéterminés. Une faille postérieure à la minéralisation suit le plan de la veine et a fortement disloqué le minerai; cette faille a été suivie d'une venue galénifère.

4. LA MINÉRALISATION

LA FAGASSIÈRE.

Nous avons pu examiner quelques échantillons provenant de boules de quartz riche et dur englobées dans le matériel de remplissage siliceux. Ce quartz, très semblable à celui des Gareillas, contenait surtout du mispickel en agrégats de cristaux fins, puis un peu de pyrite et de chalcopryrite. Nous n'avons pas trouvé d'associations spéciales. Dans l'un de nos échantillons, nous avons trouvé un grain d'or de 0,04 mm paraissant enfermé dans un cristal de mispickel (*fig. 46 a*), mais probablement collé à sa surfaces.

LA TOURNERIE.

Aucun échantillon n'a pu être examiné au microscope. Duparc et Wakker (92) ont signalé la présence d'une petite aiguille de tourmaline dans le quartz. D'après ces auteurs, la minéralisation comprend du quartz grisâtre très dur, renfermant de la pyrite, du mispickel, de la galène et un peu de chalcopryrite. Ils n'ont pas rencontré d'or visible. Le 33 % de l'or était amalgamable, le reste cyanurable directement.

CHAMPVERT.

Nous avons observé à l'œil nu et au microscope que les sulfures forment toujours des cristaux ou mouches isolées. Ils comprennent :

1. **La pyrite**, en grands cristaux ou débris de cristaux mesurant 1 à 2 mm de diamètre, est de la pyrite d'altération hydrothermale.

2. **Le fahlerz** est le sulfure le plus abondant. Il est tantôt en relation avec la galène, tantôt avec la chalcopryrite. Ces associations sont caractéristiques du minerai de ce gisement (*fig. 46 b*).

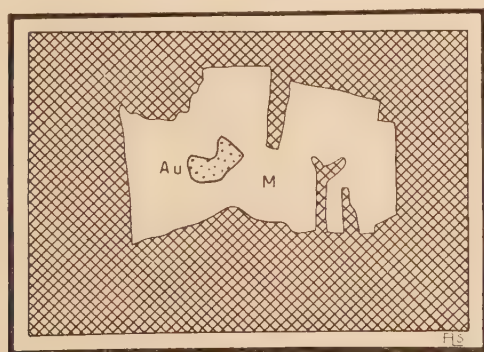


Fig. 46 a. La Fagassière. Ech. 424 a.
Gross. = 150. M = mispickel.
Au = or.

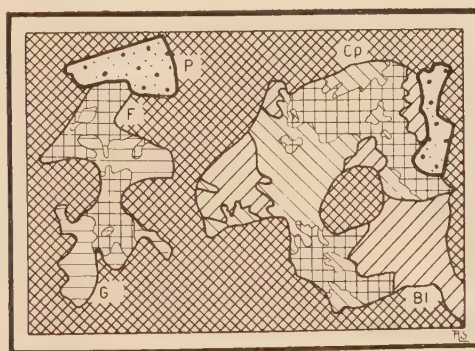


Fig. 46 b. Champvert. Ech. 364 c. Gross = 50.
P = pyrite. Cp = chalcopryrite. Bl = blende.
F = fahlerz. G = galène.

3. **La chalcopyrite** ne se trouve qu'associée au fahlerz, comme dans la figure 46 b ; nous n'en avons pas rencontré d'inclusions dans la blende.

4. **La galène** est assez rare et presque toujours associée au fahlerz selon le mode de la figure 46b.

5. **Le mispickel** est rare et ne présente pas de caractères particuliers. Comme dans les autres gisements, il est probablement le premier sulfure qui a cristallisé après la pyrite d'altération hydrothermale.

6. **La bournonite** est rare ; nous l'avons trouvée en petites lamelles de 0,1 à 1 mm facilement reconnaissables à leurs macles en parquet.

7. **La blende** n'est pas fréquente. On la trouve en débris colmatés par d'autres minéraux (*fig. 46 b*), ou en plages parcourues par de très fines veinules de fahlerz, galène et chalcopyrite, qui s'élargissent parfois en plages. Ces veinules ont environ 0,01 mm de largeur.

8. **L'or** forme des plages mesurant jusqu'à 1,5 mm de diamètre, dont le contour est en général net et droit. Il ne renferme pas d'inclusions. Les plages sont isolées dans le quartz.

Nous pouvons résumer comme suit la succession de cristallisation globale des sulfures :

1. Pyrite d'altération hydrothermale.
2. Mispickel.
3. Blende.
4. Fahlerz, chalcopyrite, galène.
5. Bournonite, or.

CONCLUSIONS.

La chalcographie des minerais montre leur parenté étroite avec les minerais des Gareillas et de Cheni. Les composants sont les mêmes, mais se trouvent en proportions relatives très variables. La liaison étroite entre la galène, le fahlerz et la chalcopyrite dans le minerai de Champvert est à mettre en parallèle avec nos observations aux Gareillas. Les contours des grains d'or de Champvert se distinguent des contours capricieux de l'or à Cheni par leur netteté et leur rectitude ; à Champvert, le quartz est très blanc, la bournonite occupe la place de la jamesonite de Cheni, et le fahlerz est le sulfure le plus répandu. Ces différences sont néanmoins secondaires, et la paragenèse minérale indique la parenté des filons de La Fagassière, de La Tournerie et de Champvert avec ceux des Gareillas et de Cheni.

5. AUTRES CONCESSIONS

Nous n'examinerons que très rapidement les autres concessions (*fig. 10*). Dans la plupart d'entre elles, on a exploré avant 1914 des filons de quartz dirigés N 35° E ou N 65° E. Dans certaines de ces concessions, des travaux de fond ont été repris après 1920. Ces travaux n'ont jamais rencontré que d'importantes masses de quartz pauvre ou stérile, ou de petits filons un peu plus richement minéralisés. En examinant les halles de la plupart de ces recherches, nous n'avons observé que deux faits intéressants.

1. Dans les recherches de Laverrine, opérées avant 1914 sur une cassure N 35° E, on a rencontré de petits filons de quartz richement minéralisé en mispickel. Nous avons trouvé dans ce quartz des plages et filonnets de fahlerz semblables à celles observées aux Gareillas. L'un de nos échantillons renfermait de l'or, qui se présentait sous deux formes :

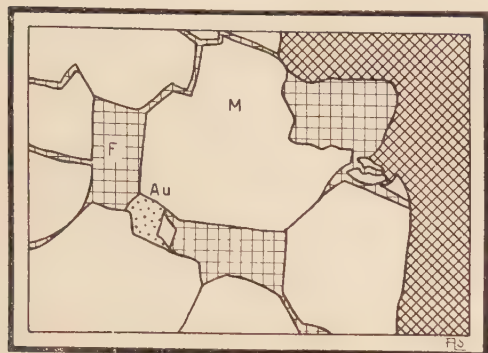


Fig. 47. — Laverrine. Ech. 468 b. Gross. = 250.

M = mispickel. F = fahlerz. Au = or.

a) Une plage d'or de 1 mm de diamètre se développait au centre d'un cristal de mispickel d'une façon absolument analogue à ce que représentent la figure 21a et la photographie 21.

b) Dans les veinules de fahlerz qui parcourent le mispickel, se trouvait un grain d'or de 0,02 mm de diamètre (fig. 47).

Le même échantillon était riche en chalcoppyrite associée au fahlerz.

Cette minéralisation est en tous points identique à celle des Gareillas. Nous sommes ici en présence d'un cas typique de deux filons de directions différentes, mais dont les minéralisations pourraient être contemporaines et de même origine, ce qui montre combien il est difficile de grouper les types de filons selon les différentes directions de cassure, comme nous avons tenté de le faire dans un chapitre précédent (page 31).

2. Dans la concession de Lacaud, il existe, outre un filon NNW exploré en 1910, un puissant dyke quartzeux NNW. Le minerai du filon consiste en quartz blanc à or libre, dans lequel il semble y avoir très peu de sulfures accessoires; nous n'avons guère trouvé que quelques mouches de pyrite et de chalcoppyrite dans le quartz des halles. Le quartz du dyke est un quartz blanc, grenu, cristallin et faiblement laiteux, dont l'analyse en divers points nous a donné 2,6, 2,5 et 4,6 gr/t.

La direction de l'ensemble est parallèle aux filons des Gareillas et aux microgranites, et l'aspect du quartz rappelle les quartz à or libre de Cheni et de Champvert. Ces faits nous incitent à penser que les formations de Lacaud méritent des recherches ultérieures.

Dans toutes les autres concessions, les recherches n'ont rencontré que des formations peu intéressantes. Ce n'est que dans les concessions de Lecuras et de Legendre que nous réservons notre opinion, mais il semble que si le quartz a pu présenter d'excellentes teneurs dans les filons de ces concessions, sa puissance et sa persistance étaient par contre très réduites.

La diversité des types de minéralisation est la caractéristique dominante des gîtes d'or de la région de St-Yrieix. Si à Moissac ou à Lecuras le minerai est très pyriteux, le mispickel prédomine à Laverrine et à Legendre. Le quartz du dyke de Rochefade, dans la concession de Ladignac, rappelle celui de La Fagassière. La séricite est quelquefois très abondante dans les minerais pyriteux, comme à Lecuras. A Lacaud, le quartz est blanc et à or libre. Enfin, on a trouvé des quartz très finement grenus avec traces de sulfures et d'or (Chadefaine), des quartz blancs et gras (Deshaies) et divers autres types de quartz faiblement aurifères.

6. CONCLUSIONS

Les recherches pour or effectuées jusqu'à présent dans la région de St-Yrieix ont mis en évidence des filons aurifères encaissés dans des gneiss injectés de granites anciens et de pegmatites anciennes. Les filons consistent en lentilles de quartz dispersées dans des zones de fracture des gneiss. Les eaux minéralisées ont toujours altéré et remplacé les roches broyées de la même manière qu'à Cheni et aux Gareillas, et la nature de ces solutions minéralisées a

dû être la même dans tous les gisements. Le mode de formation de ces gisements est par conséquent le même au travers de tout le district aurifère.

Divers facteurs ont conduit à l'abandon de la plupart des recherches. Premièrement, les venues aurifères présentent une grande diversité et comprennent aussi bien des quartz riches que des quartz pauvres et stériles; ainsi, certains gisements n'ont jamais renfermé de quantités d'or importantes, alors que dans d'autres gîtes la minéralisation a pu être riche, mais était insuffisamment développée. Dans d'autres cas, il semble que des venues pauvres ou stériles aient remanié des dépôts primitivement assez riches. Dans un dernier cas, des failles post-minérales ont pu suivre le plan d'une veine riche en la disloquant et en dispersant les débris de lentilles de façon très irrégulière. La présence des anciens travaux gallo-romains enfin, rend l'exploration des gisements difficile et coûteuse; dans les gisements riches, les Anciens ont en général dépilé le bon minerai jusqu'à une profondeur de 40 à 60 m, ce qui nécessite le fonçage de puits de recherches de 100 m de profondeur.

Malgré leur diversité, les minerais renferment tous un certain nombre de composants identiques, dont les proportions relatives sont très variables. Dans l'ordre de cristallisation, ces constituants fixes sont les suivants:

- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| I. <i>Altération hydrothermale</i> : | 1. Pyrite. |
| | 2. Séricite. |
| | 3. Calcite. |
| | 4. Quartz. |
| II. <i>Minéralisation</i> : | 5. Mispickel. |
| | 6. Blende. |
| | 7. Pyrite. |
| | 8. Chalcopyrite. |
| | 9. Galène. |
| | 10. Quartz. |

Il s'y ajoute du fahlerz, de la jamesonite, de la bournonite et de l'or libre en quantité nulle ou variable. L'or est, soit visible, soit renfermé dans les sulfures plombeux et cuivreux qui remplissent les fractures du mispickel.

On ne peut grouper selon leur direction les veines dont les minéralisations présentent des caractères identiques. Les cassures NE prédominent, mais elles peuvent soit renfermer du matériel stérile, soit être affectées de phénomènes secondaires rendant l'exploitation impossible. Les recherches effectuées sur une veine NNW (Lacaud) ont par contre révélé la présence de minerai qui paraît assez riche et qui semble ne pas avoir subi de modifications secondaires.

Les recherches ont montré que toutes les veines aurifères de la région de St-Yrieix font partie d'une même famille génétique, dont les membres, à côté de similitudes fondamentales, présentent une grande diversité dans l'aspect et dans les proportions relatives des divers constituants minéraux et une grande irrégularité dans l'allure et la distribution.

CHAPITRE IV

GENÈSE DES GISEMENTS DE ST-YRIEIX

I. CARACTÈRES DES GISEMENTS

Roches encaissantes.

Les gisements de St-Yrieix sont encaissés dans un complexe d'ectinites formé de gneiss à deux micas superposés à des gneiss à biotite ; ces gneiss contiennent des intercalations amphiboliques, des serpentines, etc. Les ectinites sont affectées de plis à grand rayon de courbure, qui leur ont imprimé, dans la région qui nous intéresse, l'allure d'une voûte anticlinale dont l'axe plonge au NNW. Des granites et pegmatites congénères à faciès diadysique sont associés à ces ectinites. Le tout est injecté de pegmatites à oligoclase d'âge indéterminé, de granulites batholitiques et de filons de microgranites et de porphyrites d'âge carbonifère. L'intrusion des eaux minéralisées aurifères se place entre la venue des microgranites et celle des porphyrites, qui se rattachent toutes deux aux mouvements de la fin du Westphalien. Ces mouvements ont suivi de près la formation de la grande zone de chevauchements NNW-SSE d'Argentat et l'intrusion des batholites de granulite. Il est possible que les microgranites, les porphyrites et les venues hydrothermales aurifères représentent un stade tardif de la différenciation du magma granulitique. La disposition des gisements d'or ne montre toutefois aucune relation avec les affleurements de granulite, mais une partie des filons est parallèle aux filons de microgranite.

Type des veines.

La minéralisation consiste en lentilles de quartz aurifère de nature variable, renfermées dans des zones de fractures NE ou NNW. Ces lentilles sont post-tectoniques, et leur forme, qui peut être très capricieuse, est indépendante de l'allure des fractures. La distance qui sépare en direction ou en profondeur deux lentilles d'une même fracture n'a pas pu être déterminée jusqu'ici ; la disposition de certaines fosses gallo-romaines semble montrer qu'elle peut atteindre en direction environ 3 à 4 fois le diamètre des lentilles (*fig. 8*). Le pendage des fractures est en général fort et dépasse toujours 50°. La direction NNW, qui est celle des microgranites, est la mieux minéralisée, mais les cassures selon cette direction sont rares. Les cassures NE, postérieures aux précédentes, sont irrégulièrement minéralisées, et souvent affectées de phénomènes secondaires, tels que des remaniements hypogènes ou des failles longitudinales. On ne peut classer les types de minéralisation selon les directions de fracture.

Relations entre les lentilles de quartz et le matériel broyé des fractures.

Une veine est parfois formée d'un chapelet de lentilles dans une zone de déchirures des gneiss, les lentilles épousant exactement l'allure de la cassure (Gareillas I). Dans d'autres cas, les lentilles sont limitées à une petite partie de la cassure et passent graduellement au gneiss broyé par des stockwerks de veinules de quartz (Cheni). Dans la règle, le passage du quartz à la roche broyée est progressif, et le quartz s'enrichit en débris de roche encaissante au voisinage de l'une des épontes, surtout du mur ; dans ce dernier cas, le toit forme une éponte nette (Gareillas III).

Nature du remplissage minéralisé.

Le remplissage de quartz renferme tantôt des sulfures aurifères, tantôt de l'or libre. A l'œil nu, le quartz aurifère présente toujours un aspect grenu, mais une teinte et un éclat varia-

bles selon les gisements. Il renferme souvent des débris plus ou moins allongés et anguleux de roche encaissante altérée. Ces débris proviennent de la roche encaissante située à leur voisinage et n'ont jamais subi de déplacement important. Il n'y a aucun dépôt rythmique, mais les sulfures forment parfois une croûte autour de débris de roche encaissante. Le quartz aurifère est suivi dans la plupart des cas par une venue de dolomie rose très faiblement manganifère et de composition constante d'un gisement à l'autre. Cette dolomie forme des veinules et poches qui cimentent souvent des débris de quartz aurifère. Au microscope, le quartz aurifère est toujours formé de gros cristaux plus ou moins idiomorphes englobés dans une masse de quartz fin qui renferme des paillettes de séricite, les sulfures et l'or.

Altération de la roche encaissante.

Au voisinage des lentilles minéralisées, la roche encaissante a subi une pyritisation et une séricitisation accompagnées de carbonatation et de silicification d'intensités variables. La pyritisation emprunte souvent des diaclases parallèles aux filons et peut s'étendre à plusieurs mètres à partir des épontes ; le fer de la pyrite de néoformation est fourni par la biotite. La séricitisation dépasse rarement 1 à 2 mètres des épontes ; elle a souvent été favorisée par un écrasement préalable des roches. Dans les roches amphiboliques, les amphiboles sont fréquemment chloritisées. L'altération hydrothermale est plus forte en présence de sulfures ; elle forme une auréole qui s'éteint progressivement autour des lentilles.

La métasomatose.

Une grande partie du quartz minéralisé s'est déposé par remplacement de la roche encaissante altérée. Les débris de roche encaissante remplacée, qui conservent parfois leurs formes intactes, sont englobés dans du quartz de remplissage. Les sulfures ont une prédilection à se fixer par métasomatose. Les veines de St-Yrieix sont des veines formées par remplacement et remplissage.

Influence de la structure sur la distribution des zones riches.

Du fait du mode de dépôt par métasomatose, les conditions « mécaniques » des cassures ont une influence déterminante sur l'allure et la distribution des lentilles, et sur la répartition de la minéralisation au sein de celles-ci.

Les quartz riches semblent s'être déposés surtout dans les zones primitivement béantes des cassures (Gareillas) ou dans des fractures accessoires bien ouvertes (La Bretelle à Cheni). De ce fait, les plateures au toit ont une tendance à former le cœur de zones riches (Gareillas III). Dans tous les gisements, les têtes de lentilles constituent les parties les plus riches, ce qui traduit une tendance de l'or et des sulfures à monter au sein de la solution siliceuse en voie de dépôt.

Influence de la roche encaissante, des croiseurs et des failles.

Nous n'avons pu déceler aucune influence de la structure de la roche encaissante, soit sur la disposition des fractures minéralisées, soit sur la distribution des lentilles de quartz ou des zones riches à l'intérieur des fractures. Il faut néanmoins retenir que les filons des Gareillas sont encaissés dans une plateure des gneiss à biotite, et que les fractures de Cheni suivent l'axe d'un anticlinal dans les gneiss schisteux.

Caractères microscopiques de la minéralisation.

La minéralisation possède dans chaque gisement des caractères propres, à tel point que la diversité des minerais est la caractéristique dominante de l'ensemble des gisements. Nous pouvons néanmoins grouper les gîtes en deux catégories :

a) *Gisements à or libre et visible, pauvres en sulfures.* — L'or est intimement associé au quartz, au sein duquel il forme des particules de 0,01 à 2 mm. La nature des sulfures accessoires varie; le mispickel, la pyrite, la galène et la blende sont toujours présents, tandis que la jamesonite, la chalcopyrite, le fahlerz et la bournonite sont des minéraux variables. Il y a des associations typiques: chalcopyrite - fahlerz - galène à Champvert, jamesonite - galène à Cheni.

b) *Gisements à or libre invisible et à sulfures.* — Le mispickel est toujours abondant, et l'or est renfermé en particules très fines mesurant en moyenne 0,02 mm dans les veinules de galène ou de fahlerz qui parcourent ce minéral, sans jamais s'isoler dans le quartz. L'or forme également des plages plus grossières (0,2 mm) au sein d'amas de cristaux de mispickel, et peut encore être renfermé dans les plages de pyrite, de galène, de jamesonite ou de fahlerz. Dans tous les gisements, les zones riches sont caractérisées par la présence de galène ou de fahlerz. Dans les gisements sulfurés, les zones les plus riches sont celles où ces deux minéraux sont associés au mispickel.

Paragenèse des minéraux.

La paragenèse détaillée des minerais des Gareillas montre trois types d'associations minérales. Dans le premier type, certains sulfures cimentent les fragments disloqués des premiers sulfures déposés; dans ce cas, les temps de cristallisation de ces sulfures se sont succédé (mispickel-galène). Dans le deuxième type, les temps de cristallisation se sont encore succédé, mais il s'est en même temps produit un remplacement chimique (galène-blende; mispickel-jamesonite). Dans le troisième type, des minéraux de compositions voisines s'interpénètrent de telle façon qu'il est presque impossible de déterminer leur ordre de cristallisation; dans ce cas, les temps de cristallisation se chevauchent et on doit admettre que des réactions particulières ont eu lieu. Quelquefois, le dépôt d'un sulfure semble continuer celui du minéral précédent (chalcopyrite - fahlerz - galène); d'autres fois, il s'est produit des réactions de contact (bournonite au contact fahlerz-jamesonite). Les remplacements chimiques jouent en général un rôle très réduit entre les différents sulfures.

L'ensemble des temps de cristallisation constitue la phase de minéralisation proprement dite, qui est précédée et accompagnée d'une phase d'altération hydrothermale, et suivie par une phase de consolidation et par une phase tardive de dolomie. Il s'y ajoute à Gareillas I une phase de stibine, à Champvert une phase de blende-pyrite-galène et à La Fagassière une phase de remaniement.

Le tableau de la page 106 résume la succession générale des minéraux. Le premier sulfure qui apparaît est la pyrite d'altération hydrothermale. Puis vient le mispickel, renfermant très rarement des débris de pyrrhotine ou d'énargite. Ensuite, nous trouvons la blende, qui renferme en général des inclusions de chalcopyrite I; elle est parfois suivie de pyrite II. La série galène-fahlerz-chalcopyrite II-jamesonite-bournonite ferme le cycle du dépôt. La blende et la jamesonite semblent se déposer de façon continue jusqu'à la fin. L'or commence à précipiter par entraînement pendant le dépôt de la pyrite II; la majeure partie précipite avec la série des minéraux cuivreux et plombeux. Son titre est toujours de l'ordre de 800 à 880 avec 100 à 150 parties d'argent. La présence d'une phase tardive de dolomie rose renfermant 54% de CaCO_3 , 43% de MgCO_3 , 3,2% de FeCO_3 et 0,7% de MnCO_3 est caractéristique des gisements de St-Yrieix. Les remaniements sont nuls aux Gareillas, à Cheni et à Champvert. Les filons de La Fagassière et de La Tournerie semblent avoir subi un remaniement hypogène. Nous ne connaissons pas l'étendue des remaniements dans les autres gisements.

D'un gisement à l'autre, un temps de cristallisation donné peut prendre plus d'ampleur ou, au contraire, disparaître. De même, les associations chimiques ne renferment pas toujours tous les minéraux que nous avons notés. Ainsi, le temps de la pyrite II fait souvent défaut, et l'association galène-fahlerz peut exclure la présence de jamesonite. Il semble même y avoir une certaine antipathie entre le fahlerz et la jamesonite, qui ne se rencontrent ensemble qu'à Gareillas II, le gisement le plus riche en sulfures. A *Champvert*, où le minerai est caractérisé par l'association

galène-chalcopyrite-fahlerz et par la présence de bournonite, la jamesonite fait défaut, tandis que le minerai de *Cheni*, caractérisé par l'association galène-jamesonite, est dépourvu de fahlerz et de bournonite.

TEMPS DE CRISTALLISATION		Phase d'altération	Phase de minéralisation	Phase stérile	Phase de dolomie
	Pyrite I	—————			
	Séricite	—————			
	Calcite I	———			
	Quartz	—————	—————	———	
	Mispickel		—————		
	Chalcopyrite I		———		
	Blende		—————		
	Pyrite II		———		
	Or		—————		
	Calcite II		———		
	Chalcopyrite II		———		
	Fahlerz		———		
	Jamesonite		—————		
	Galène		———		
	Bournonite		———		
	Dolomie				———
	Calcite III				———
	Pyrite III				———

Cette constatation permet de distinguer des minerais de type cuivreux (fahlerz, bournonite) et des minerais de type plombeux (jamesonite). Rappelons la composition de ces divers minéraux : galène — PbS ; jamesonite — $2 \text{PbS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$; bournonite — $3(\text{Cu}_2\text{Pb})\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$; fahlerz (tétraédrite) — $4\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$; chalcopyrite — CuFeS .

Le tableau de la page 107 met en évidence la distribution des minéraux dans les divers gisements ; nous n'avons pas tenu compte de l'abondance relative des sulfures d'un gisement à l'autre, mais uniquement de la proportion de chaque sulfure par rapport à la quantité totale de sulfures dans chacun des gisements.

Nature des solutions minéralisantes.

Les solutions minéralisées offraient les caractères suivants :

Injection assez rapide d'une solution visqueuse, de composition constante, qui a pénétré dans les plans de fracture et dans les diaclases des gneiss broyés. Les sulfures et l'or ont été drainés vers les sommets des lentilles et vers les espaces dépourvus de débris de roche encaissante, où le quartz riche s'est déposé le premier par métasomatose. Cette dernière s'est effectuée au fur et à mesure de l'injection.

	Pyrite I	Mispickel	Pyrite II	Blende	Chalcopyrite I	Galène	Jamesonite	Fahlerz	Chalcopyrite II	Bourbonite	Quartz	Dolomie	Calcite	Séricite	Or libre visible	
Cheni	×	×	×	×	×	●	●	—	—	—	●	×	—	×	●	Cheni
Champvert	×	×	—	×	×	×	—	●	●	×	●	×	—	×	●	Champvert
Gareillas II	×	●	×	●	×	●	●	×	?	×	●	×	●	×	×	Gareillas II
Gareillas III	×	●	×	×	×	×	×	×	×	×	●	●	—	×	×	Gareillas III
Gareillas I	×	●	—	×	×	×	×	×	—	—	●	×	×	×	×	Gareillas I
La Fagassière	×	●	?	×	?	×	?	?	×	—	●	×	—	×	—	La Fagassière

● = forte proportion de la quantité totale des sulfures.

? = présence inconnue.

×

— = inexistant.

En un endroit donné, tous les minéraux présents se sont déposés par cristallisation fractionnée *in situ*, et selon une paragenèse déterminée, dès que la mise hors d'équilibre s'est produite. Dans les gisements sulfurés, nous avons vu qu'après le dépôt du mispickel comme premier sulfure, les solutions résiduelles ne se sont que peu déplacées: il est peu fréquent de trouver du mispickel qui ne soit pas accompagné par une certaine quantité de sulfures postérieurs, et on ne trouve jamais les sulfures tardifs en l'absence de mispickel. De même, dans les gisements à or libre, les rares sulfures se trouvent toujours au voisinage les uns des autres. L'étude de la distribution des teneurs et de la structure du minerai riche à Gareillas III nous a montré que les sulfures, même ceux déposés en dernier lieu, sont renfermés dans le quartz qui a cristallisé en premier. Plusieurs hypothèses permettent d'interpréter ces observations:

1° La composition de la solution aurait graduellement varié pendant l'injection, en ce sens que le quartz se serait appauvri en sulfures et en or et, dans certains cas, enrichi en dolomie. Cette hypothèse, tentante au premier abord, est cependant inconciliable avec plusieurs de nos observations sur les relations entre les quartz blancs et les quartz à sulfures (*fig. 15, 26 et 29*). Elle suppose notamment des circulations très lentes qui auraient donné lieu à d'autres structures, tels que des recoupements de quartz galénifères riches par des quartz à mispickel pauvres, ou des dépôts rythmiques. De pareilles structures sont inexistantes et le mispickel est toujours antérieur à la galène.

2° L'injection de la masse minérale était terminée avant le début de sa consolidation, ce qui a permis aux sulfures de suivre leur tendance à monter au sein de la masse encore perméable. Cette injection, quoiqu'assez rapide, n'a toutefois pas présenté un caractère volcanique, car les débris de roche encaissante au sein du quartz aurifère ne témoignent pas de mouvements importants. Il est impossible de définir tous les caractères assez spéciaux de cette injection qui nous a paru comparable au graissage sous pression d'un moteur ou d'une articulation mécanique. La matière ainsi injectée, assez visqueuse, a progressé en suivant les fractures et diaclases; elle a réagi avec les débris de roche encaissante et les a remplacés, ce qui a contribué à fixer une partie des sulfures et de l'or. La masse est restée perméable suffisamment longtemps pour permettre le drainage des sulfures (lorsqu'il y en avait) et de l'or vers le haut et vers des points critiques (sommets de lentilles, plateaux au toit, cassures accessoires, etc.). Le mispickel a cristallisé très rapidement, mais les solutions résiduelles, enrichies en sulfures et sulfo-antimoniures cuivreux et plombeux et or, se sont peu déplacées et ont pratiquement cristallisé *in situ*.

Ces caractères correspondent aux propriétés de certaines solutions colloïdales, et nous en avons conclu que le dépôt a eu lieu à partir d'une solution siliceuse colloïdale. Cette conclusion est conforme à l'opinion de Lindgren (104), qui admet, pour des raisons d'ordre chimique, que le

dépôt de l'or dans les veines métallifères d'origine magmatique ne peut avoir lieu qu'à partir d'une solution colloïdale alcaline. Des solutions colloïdales siliceuses et aurifères existent dans la nature ; Wakker (117) a signalé le dépôt de silice colloïdale aurifère dans les travaux souterrains de La Fagassière et nous avons nous-mêmes observé un phénomène semblable dans le gisement d'or de La Bellière, en Maine-et-Loire.

2. DÉVELOPPEMENT DE LA MINÉRALISATION

Classification des gisements.

Les caractères que nous venons d'énumérer permettent d'attribuer les gisements de la région de St-Yrieix à la catégorie des *gîtes d'or filoniens mésothermaux*, formés à pression et à température moyennes. La paragenèse minérale, la distribution de l'or et l'altération hydrothermale subie par la roche encaissante sont particulièrement caractéristiques pour les gisements profonds de cette catégorie, c'est-à-dire pour ceux formés à une profondeur de 2000 à 4000 m et à une température de 200 à 300° C. Les filons consistent en lentilles de remplacement et de remplissage.

Variations primaires de la minéralisation.

La profondeur relativement faible des travaux miniers effectués jusqu'ici ne permet pas d'étudier la variation de la minéralisation en profondeur ou d'établir une succession entre les divers types de gîtes. Il est également impossible d'établir une succession nette entre les trois directions principales de cassures, mais dans la région au Nord-Est de St-Yrieix, la direction NNW est la mieux minéralisée ; elle est probablement un peu antérieure aux autres directions de fracture. La direction Est-Ouest des filons de Cheni semble devoir être rattachée aux fractures dirigées N 65° E ; cette divergence peut être due à des particularités de la structure des roches encaissantes.

Le minerai aurifère est primaire et l'or n'a subi, après son dépôt, aucun déplacement secondaire hypogène ou supergène. Cette observation fondamentale nous permet d'affirmer que ni la situation de la surface topographique actuelle, ni la position d'un niveau hydrostatique ancien ou moderne, n'ont une influence sur la position des colonnes aurifères. De ce fait, on peut escompter rencontrer des têtes de colonnes riches aussi bien à 10 m de profondeur qu'à 500 m ou davantage. La situation de la lentille riche du filon 3 de Cheni entre 120 et 200 m de profondeur, alors qu'en surface la cassure ne renferme pas trace de quartz, est démonstrative à cet égard.

Le mode de dépôt à partir de solutions siliceuses colloïdales, tel que nous l'avons décrit précédemment, exclut une influence marquée de la profondeur originelle sur la richesse ou l'allure d'une colonne aurifère donnée et, contrairement à l'opinion de Sagui (109), il est certain que le point d'inversion de quartz β en quartz α à 573° n'a eu aucune influence sur le dépôt. D'autre part, l'explication de la formation du dépôt par la théorie des eutectiques (90) ne peut plus être prise en considération aujourd'hui.

Nous admettons que les variations de la minéralisation sont primaires et essentiellement dues au mode d'injection et à la nature de la solution, qui ont conduit au dépôt sous forme de lentilles et qui ont favorisé le drainage vers le haut des particules minérales au sein de chaque lentille.

Continuation de la minéralisation en profondeur.

a) *Conditions tectoniques.* — Les gisements d'or mésothermaux accusent en général une excellente continuité en profondeur. Dans la région de St-Yrieix cependant, les conditions tectoniques paraissent peu favorables à l'existence de grands gisements continus en direction et en profondeur. En effet, le réseau des fractures minéralisées est complexe et se présente sous la

forme d'un champ de déchirures le plus souvent discontinues. Un autre facteur défavorable est la grande variété des circulations siliceuses, qui se sont succédé durant un grand intervalle de temps et qui comprennent aussi bien des circulations richement minéralisées que des circulations pauvres et stériles. Comme dans beaucoup de districts miniers, l'accident majeur de la région (la Zone broyée d'Argentat) n'a pas été envahi par les eaux minéralisées, pour autant qu'on le sache jusqu'à présent.

Parmi un grand nombre de fractures, il conviendra par conséquent d'explorer celles qui présentent une puissance et une continuité importantes tout en renfermant un minerai d'un type favorable. Au Nord-Est de St-Yrieix, la direction la plus favorable semble être la direction NNW, moyennement continue comme en témoignent les dykes de microgranite, mais bien minéralisée. La direction N 65° E est une direction de fractures très continues mais en général pauvrement minéralisées; les fractures N 35° E ont une position incertaine et témoignent de rejeux et de circulations secondaires post-minérales.

Dans une même fracture, les lentilles de quartz minéralisé peuvent être séparées par de grands espaces stériles, mais l'absence, dans le champ de cassures, de fractures horizontales ou peu inclinées facilite la recherche en profondeur.

Il est remarquable de voir la granulite westphalienne fournir des éléments de conglomérat de base au Stéphanién inférieur. Comme cette roche se présente, à l'Ouest de la Zone d'Argentat, sous forme de batholites et non en lames de poussée, son intrusion a dû se faire à une profondeur assez faible. Il est dès lors plausible qu'elle ait donné lieu à la formation de gisements mésothermaux.

b) *Conditions génétiques.* — Nous avons vu précédemment que les conditions « mécaniques » des cassures ont pu exercer une influence déterminante sur la distribution des lentilles minéralisées grâce aux caractères particuliers des solutions initiales. Or, le caractère mésothermal de la minéralisation rend probable son extension sur une profondeur d'au moins 1000 m en dessous de la surface actuelle.

Nous sommes dès lors certains que l'épuisement d'une lentille donnée ne permet pas de conclure à l'inexistence d'autres lentilles dans la même cassure, soit en direction, soit en profondeur. L'apparition d'une minéralisation stérile contemporaine du minerai ou l'éparpillement de la cassure explorée seraient des indices de la disparition de la minéralisation exploitable. Mais tant que l'on ne possède pas d'autres critères que ceux fournis jusqu'à présent par l'exploitation, on doit admettre l'existence en profondeur de nouvelles masses aurifères exploitables dans une cassure minéralisée donnée.

Bien que nous ne possédions aucune preuve définitive à cet égard, nous sommes tentés de croire que les minerais à or libre passent en profondeur à des minerais sulfurés, ceci en raison de l'altération hydrothermale plus intense qui accompagne ces derniers. Il n'est pas impossible que ceux-ci, à leur tour, passent à des minerais du type de La Fagassière, où des phénomènes de remaniements semblent se manifester. Mais cette idée est restée pour nous une hypothèse incontrôlable.

3. CONCLUSIONS

Dans la région de St-Yrieix, rien n'exclut la possibilité de découvrir encore un ou plusieurs gisements d'or intéressants, soit dans des fractures déjà connues pour être aurifères, soit dans des fractures encore inexplorées.

Les travaux de recherches pour or devront cependant s'attacher tout particulièrement à étudier de quelle façon plusieurs lentilles peuvent se répartir dans une même fracture, et quelles sont les variations que peut présenter la minéralisation d'une lentille à une autre.

La solution de ce problème est non seulement essentielle pour l'avenir de l'exploitation de l'or dans le Limousin, mais elle permettra d'aborder un problème plus vaste: celui de savoir si les divers types de minéralisation représentent des dépôts formés à des distances différentes d'une même source minéralisante, ou s'ils témoignent de la diversité des solutions originelles.

BIBLIOGRAPHIE

ABRÉVIATIONS.

- B.S.C.G.F.* Bulletin des Services de la Carte Géologique de France.
B.S.G.F. Bulletin de la Société Géologique de France.
C.R.A.S. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences.
C.R.S.S.G.F. Comptes-rendus sommaires des séances de la Société Géologique de France.
R.S.N. Auv. Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne.
Ec. Geol. Economic Geology.
A.I.M.M.E. American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.

PREMIÈRE PARTIE

1. BARRET, E. — La Géologie du Limousin.
2. BERTRAND, L. — Les grandes régions géologiques du sol français. *Ed. Flammarion*. Paris, 1935.
3. DELAFOND, F. — Tectonique du Massif Central. *B.S.C.G.F.*, XXV - 144, 1922.
4. DEMAY, A. — Sur la granulitisation des écrasements et la genèse de gneiss granulitique du massif du Pilat près St-Etienne. *C.R.A.S.*, t. 182, 1926.
5. ——— Sur l'existence de nappes, lambeaux de recouvrement et fenêtres dans le massif cristallin du Mont-Pilat près St-Etienne. *C.R.A.S.*, t. 182, 1926.
6. ——— Sur l'âge du granite de Guéret et sur le faciès du métamorphisme de contact. *C.R.A.S.*, t. 201, 1935.
7. ——— Sur le faciès de contact du granite de Guéret et du granite de Gelles et les tufs dinantiens du Puy-de-Dôme et de la Creuse. *C.R.S.S.G.F.*, fasc. 1 (15), 1935.
8. ——— Sur la tectonique profonde des chaînes de montagne. *B.S.G.F.*, 5^{me} série, tome VI, 1936.
9. ——— Sur l'âge des micaschistes et des gneiss dans la partie NW du Massif Central dans la région de Châteauneuf-les-Bains et de Bromont. *C.R.S.S.G.F.*, fasc. 9, 1937.
10. ——— Sur la liaison du granite, de microgranite et de rhyolite dinantien dans la partie E du massif de Guéret. *C.R.A.S.*, t. 204, 1937.
11. ——— Sur le métamorphisme régressif ou diaphtorèse dans le Massif Central. *C.R.S.S.G.F.*, fasc. 10, 1937.
12. ——— Structure des complexes cristallophylliens et cristallins et tectonique profonde. *C.R.S.S.G.F.*, fasc. 12, 1937.
13. ——— Indications complémentaires sur le granite, les microgranites et rhyolites dinantiens de Châteauneuf-les-Bains, *C.R.S.S.G.F.*, janvier 1938.
14. DOUXAMI, H. — Les minerais de la Lucette, près le Genest (Mayenne). *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XXXVI, p. 83, Lille, 1907.
- 14 bis FILIPPINI, M. — Les mines d'or du Châtelet. *Revue de l'Industrie Minérale*, 305, St-Etienne, 1935.
15. GANDILLOT, J. — Sur la présence d'un lit de houille dans les terrains métamorphiques au Sud de Limoges. *C.R.A.S.*, t. 182, 1926.
16. ——— Campagne dans le Limousin. *B.S.C.G.F.*, t. XXXI, 166, 1927.

17. GLANGEAUD, P. — Région volcanique carbonifère des environs de Rochechouart. *B.S.C.G.F.*, t. XX, 126, 1910.
18. JUNG, J. — Sur la position des tufs rhyolitiques de la vallée de la Sioule et l'âge antéhercynien des gneiss et des granites de la partie NW du Plateau Central. *C.R.A.S.*, t. 198, 1934.
19. ——— et RAGUIN, E. — Discordance du Viséen sur le socle cristallophyllien entre Balbigny, Nérondes et Violay (Loire). *C.R.S.S.G.F.*, 1935.
20. ——— et ROQUES, M. — Pétrographie des terrains cristallophylliens du Bas-Limousin. *C.R.A.S.*, t. 200, 1935.
21. ——— Aperçu sur la géologie du Dévonien, du Dinantien et des granites dans le NE du Massif Central. *R.S.N. Auv.*, t. 1, 1935.
22. ——— Les richesses minérales de l'Auvergne. *Revue d'Auvergne*. Hors série, 1936.
23. ——— Itinéraire géologique à travers la Basse-Auvergne et la Montagne Bourbonnaise. *R.S.N. Auv.*, t. 2, 1936.
24. ——— et ROQUES, M. — Les zones d'isométamorphisme dans le terrain cristallophyllien du Massif Central français. *R.S.N. Auv.*, t. 1, fasc. 4, 1936.
25. ——— ROQUES, M. et RICHARD, J. — Les schistes cristallins du Massif Central. *B.S.C.G.F.*, t. XXXIX — 197, 1938.
26. DE LAUNAY, L. — Les dislocations du terrain primitif dans le Nord du Plateau Central. *B.S.G.F.*, 3^{me} série, t. XVI, 1888.
27. ——— Excursion à quelques gîtes minéraux et métallifères du Plateau Central. *Comptes-rendus du VIII^{me} C.G.I.*, Paris, 1900.
28. ——— Etudes sur le Plateau Central III. Les roches éruptives carbonifères de la Creuse. *B.S.C.G.F.*, tome XII, 83, 1902.
29. ——— La Géologie de la France. 1921.
30. ——— Etudes sur le Plateau Central VI. La zone granulitique de Millevaches. *B.S.C.G.F.*, t. XXXV — 183, 1932.
31. ——— GLANGEAUD, MOURET et RAGUIN, Carte géologique au 320.000^e. Feuille de Clermont. *Services de la Carte Géologique de France*. Paris, 1936.
32. LEGRAYE, M. — Etude de la minéralisation des filons aurifères de la Mine de Salsigne (Aude, France). *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, t. LXI, 1938.
33. LEVERRIER, U. — Feuille de Limoges au 80.000^e. *B.S.C.G.F.*, t. VI, 1895.
34. ——— Feuille de Limoges au 80.000^e. *B.S.C.G.F.*, t. VIII — 53, 1897.
35. ——— Feuille de Limoges au 80.000^e. *Notice explicative*, 1897.
36. MALLARD, E. — Note sur les gisements stannifères du Limousin et de la Marche et sur quelques anciennes fouilles qui paraissent s'y rattacher. *Ann. des Mines*, 6^e série, t. 10, 1866.
37. MANES. — Description géologique et industrielle du Département de la Haute-Vienne. (*Manuscrit à l'Ecole Nationale des Mines de Paris*).
38. MICHEL, L. — Cours de Géologie appliquée, 1912.
39. MICHEL-LÉVY, Alb. — Les terrains primaires du Morvan et de la Loire. *B.S.C.G.F.*, t. 120, 1908.
40. ——— Age limite du granite dans les monts du Beaujolais et du Mâconnais. *C.R.A.S.*, t. 157, 1913.
41. ——— Les effets du métamorphisme granitique dans les tufs carbonifères des environs de Mâcon. *C.R.A.S.*, t. 157, 1913.
42. ——— Les éruptions dacitiques et rhyolitiques de la fin des temps primaires dans le Morvan. *Bull. Vulcanologie*, t. 6, 1929.
43. MOURET, G. — Stratigraphie du Plateau Central entre Tulle et St-Céré. *B.S.C.G.F.*, t. I — 10, 1890.
44. ——— Feuille de Tulle au 80.000^e. *B.S.C.G.F.*, t. VI — 44, 1895.
45. ——— » » » » t. VIII — 53, 1897.
46. ——— » » » » *Note explicative*, 1897.
47. ——— Aperçu sur la géologie de la partie Sud-Ouest du Plateau Central de la France. *B.S.C.G.F.*, t. XI — 72, 1899.

48. — Sur la limite occidentale du massif granitique d'Eymoutiers (Haute-Vienne). *B.S.G.F.*, 4^e série, XI, 1911.
49. — Feuille de Limoges au 80.000^e. *B.S.C.G.F.*, t. XXI, 1912.
50. — » » » » t. XXIII — 136, 1914.
51. — Sur l'existence d'une zone de roches écrasées longue d'environ 200 km dans la région Ouest du Massif Central français. *C.R.A.S.*, t. 164, 1917.
52. — Sur quelques effets du laminage des roches, observés dans la partie occidentale du Massif Central de la France. *C.R.A.S.*, t. 169, 1919.
53. — Feuille de Clermont-Ferrand au 320.000^e. *B.S.C.G.F.*, t. XXV — 143, 1921.
54. — » » » » » t. XXVI, 1922.
55. — » » » » » t. XXXI — 166, 1927.
56. — » » » » » t. XXXIV — 179, 1931.
57. — Sur les prétendus poudingues du Dinantien du département de la Creuse et sur les schistes d'Evaux-les-Bains. *C.R.A.S.*, t. 178, 1924.
58. — Sur la constitution géologique de la région d'Arnac-la-Poste (Haute-Vienne). *C.R.A.S.*, t. 184, 1927.
59. RAGUIN, E. — Au sujet de divers genres de mylonites granitiques le long des lignes de dislocation de l'Ouest du Plateau Central. *B.S.C.G.F.*, t. XXIX — 161, 1926.
60. — La tectonique hercynienne dans l'Europe centrale et occidentale. *Revue générale des Sciences*, mars 1927.
61. — Contribution à l'étude de la tectonique dans la région Ouest du Massif Central français. *B.S.C.G.F.*, t. XXX — 164, 1927.
62. — Problèmes tectoniques dans les terrains cristallins du Centre de la France. *B.S.G.F.*, t. XXX, 1930.
63. — Problèmes de la géologie du granite. *Revue de questions scientifiques*. Louvain, mai 1937.
64. ROQUES, M. — Pétrographie et tectonique du Bas-Limousin. *R.S.N. Auv.*, t. 1, 1935.
65. — Note sur les leptynites de Tulle. *R.S.N. Auv.*, t. 1, fasc. 3, 1935.
66. — Rapports pétrographiques et tectoniques entre les schistes X et les gneiss sur la bordure Ouest du Massif Central. *C.R.S.S.G.F.*, fasc. 12, 1935.
67. — Sur les relations des amphibolites et des péridotites à Sarrazac (Dordogne). *C.R.A.S.*, t. 202, 1936.
68. — Découverte de calcaires à Entroques et de roches éruptives basiques dans les schistes métamorphiques de Genis (Dordogne). *C.R.A.S.*, t. 206, 1938.
69. SAGUI, C. — Economic Geology and Allied Sciences in Ancient Times. *Ec. Geol.*, XXV., 1930.
70. — Les gîtes aurifères du Limousin. *Congrès int. des Mines. Section de Géol. app.* VII^e session. Paris, 1935.
71. TERMIER, P. — Etat actuel de nos connaissances de la tectonique du Plateau Central français. *C.R. du XIII^e Congrès de Géol. intern.*, Bruxelles, 1922.
72. TRÜGER, W.E. — Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. *Verlag der Deutschen Miner. Gesellschaft*, Berlin, W 35, 1935.
73. — Eruptivgesteinsnamen. *Fortschritte der Min. Krist. u. Petr.*, t. 23, vol. 1, Berlin W 35, 1938.
74. VON GAERTNER, H. R. — Der Bau des französischen Zentralplateaus. *Geologische Rundschau*, 28, 1 et 2, 1937.
75. YANG, KIEH. — Sur l'âge des deux principales séries de granites du Plateau Central français. *C.R.A.S.*, t. 196, 1933.
76. — Contribution à l'étude géologique de la Chaîne de la Marche et du Plateau d'Aigurande. *Mém. S.G.F. Nouv. S.*, t. VIII, fasc. 3-4, 1935.
77. MEYNIER, A. — Géographie du Massif Central. *Editions Rieder*, Paris, 1935.
78. SEVENSMA, P. — Sur le gisement d'or de La Bellière (Maine-et-Loire, France). *Arch. des Sc. Phys. et Nat.*, 5^e pér., vol. 22, Genève, mai-juin 1940.

DEUXIÈME PARTIE

79. ANDERSON, R. J. — Microscopic features of ore from the Sunshine Mine. *Ecol. Geol.*, vol. XXXV, n° 5, août 1949.
80. BAIN, G. W. — Structure of Gold bearing quartz. *A.I.M.M.E. Tech. pub.*, 327, 1930.
81. BLONDEL, F. — Sur la répartition des teneurs des gisements métallifères. *C.R.A.S.*, t. 196, 1933.
82. BROKAW, A.D. — The solution of gold in the surface alteration of ore bodies. *Jour. Géol.*, 18, 1910.
83. BRUN, J. — Rapport inédit sur les gisements de la Compagnie Industrielle de Mines d'Or en France (CIMINOR), 1934.
84. BURG, G. — Die sekundären Umwandlungen und Anreicherungen des Goldes auf primären Lagerstätten. *Zft. für pr. Geol.* fasc. 5 et 6, 1935.
85. BUSCHENDORF, F. — Betrachtungen über die Gangkomponenten sowie über das Vorkommen und die Verteilung des Goldes in die Primärzone alter Goldquartzgänge. *Zft. für pr. Geol.* 34, 1 - 16, 1926.
86. CHARRIN, V. — L'or en France, situation actuelle et perspectives d'avenir, *Tech. Mod.*, 15 sept. 1931.
87. COLOMER, F. — L'exploitation et la production des Mines d'Or françaises. *Science et Vie*, n° 49, t. XVII. Février-mars 1920.
88. DESFONTAINES, P. — Notes sur les mines d'or du Limousin et de la Marche. *Géogr. Paris*, 47, 1927.
89. DEMAREST. — Les Mines de la Généralité de Limoges. 1750. *Le sous-sol de la France*, 2^e édition, par l'Office Général Minier, 85, rue Taitbout, Paris.
90. DESCORSIER, R. — Note sur le gisement aurifère des Mines de Cheni à St-Yrieix (Haute-Vienne). *Bull. Soc. Am. Anc. El. Ec. Min. d'Alès*, n° 147, septembre 1934.
91. DIDIER, P. — Mines d'or de l'arrondissement de St-Yrieix. Limoges, 1912.
92. DUPARC et WAKKER. — Sur les gisements aurifères des environs de St-Yrieix (Haute-Vienne). *Arch. des Sc. Phys. et Nat.*, 5^e Pér., vol. 12, Genève, 1930.
93. EMMONS, W.H., The secondary enrichment of Ore Deposits. *Trans. A.I.M.E.*, 30, 1901.
94. ——— The Enrichment of Ore Deposits. *U. S. Geol. Surv.*, Dep. Int. Bull. 625, 1917.
95. ——— The State and Density of Solutions Depositing Metalliferous Veins. *A.I.M.M.E., Tech. Pub.* 71, 1928.
96. ——— Gold Deposits of the World. *Mc Graw — Hill Book Company, Inc.*, New-York and London, 1937.
97. GREIGOV, E. S. — Note sur l'exploitation des Mines d'or en France. *Min. et Carr.*, n° 144, octobre 1934.
98. GRUNER. — Essai d'une classification des principaux filons du Plateau Central de la France. *Ann. Sc. Auvergne*, t. XXVI, 1855.
99. JAMESON — Recherches minières en Limousin.
100. LAFFITE, L. — Les Mines d'or et les gisements aurifères de la France. *La Nature*, 1934.
101. LAPORTE, A. — Note sur les formations aurifères du Limousin et leur exploitation dans l'antiquité. *Bull. Soc. Am. Anc. El. Ec. Min. d'Alès*, n° 189, avril 1938.
102. LECOMTE, P. — Les Mines d'or en France. *Génie Civil*, 21-28 mars 1931.
103. LINDGREN, W. — Mineral Deposits. *McGraw — Hill Book Company, Inc.* New-York and London, 1933.
104. ——— Succession of Minerals and Temperatures of Formation in Ore Deposits of Magmatic Affiliations. *A.I.M.M.E., Tech. Pub.*, 713, février 1936.
105. MAWDSLEY, J. B. — Late Gold and some of its Implications. *Ecol. Geol.* XXXIII, n° 2 mars-avril 1938.
106. McCANN, W.S. — 4 Rapports inédits sur les gisements aurifères de la Haute-Vienne. 1929-1931.
107. NOLL, W. — Ueber die Bildungsbedingungen von Kaolin, Montmorillonit, Sericit, Pyrophyllit und Analcim. *Min. und Petr. Mitt.* 48 (3-4), 1936.

108. RAGUIN, E. — La Géologie de l'Or. *R.S.N. Auv.*, t. 2, fasc. 4, 1936.
109. SAGUI, C.L. — Les gîtes aurifères du Limousin. *Cong. Int. des M.* VII^e session. Paris, 1935. *Section de Géol. appl.*, t. I.
110. SCHERRER und STAUB. — Röntgenographische Untersuchung des Koagulationsvorgangen bei kolloïden Golde. *Zeitschrift f. phys. Chemie, Abt. A.*, 1931.
111. THOREAU, J. — Les gisements d'or dérivent-ils de magmas basiques? *Congrès Int. des M.* VII^e session, Paris 1935. *Sect. de Géol. appl.*, t. I.
112. VAN AUBEL, R. — Le rôle des colloïdes dans la formation des gîtes métallifères. *Rev. Gén. Sc. pures et appl.*, 1926.
113. ——— Géochimie de l'or. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. 57, bull. 8 et 9, 1934.
114. ——— Sur la persistance en profondeur des colonnes filoniennes minéralisées. *Rev. Ind. Minérale*, 367, St-Etienne, 1936.
115. ——— Problèmes de géologie minière intéressant les gîtes d'or filoniens. *Chron. Mines Colon.*, 56, Paris, nov. 1936.
116. ——— Pour quelles raisons les concentrations hypogènes d'or et d'étain se forment-elles dans des gîtes différents? *Chron. Min. Colon.*, 62, Paris, mai 1937.
117. WAKKER, Ch. H. — Sur les gisements aurifères des environs de St-Yrieix. *Arch. des Sc. Phys. et Nat.*, 5^e Pér., vol. 15., Genève, 1933.
118. X., Les Mines d'Or en France. *La Nature*, octobre 1909.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

FIG. 1. — *Carrière près du passage sous-voie entre Salon-la-Tour et Condat (Corrèze).*

Filon de granite aplitique dans des gneiss à biotite à faciès leptynitique.

FIG. 2. — *Route de Benayes à Masseret (Corrèze) à 700 m au Nord de Benayes.*

Affleurement de porphyrite en voie de décomposition.

FIG. 3. — *Gareillas III, niveau N 60 à 72 m.*

Bloc de dolomie renfermant des débris de quartz minéralisé. La hauteur du bloc est de 40 cm ; sur sa face gauche, on aperçoit une croûte de pyrite concrétionnée.

FIG. 4. — *Gareillas III, niveau N 90 vers 80 m.*

Lentille de dolomie de 2 m de longueur au mur du filon. q=quartz du filon ; d=dolomie ; g= gneiss du mur.

FIG. 5. — *Gareillas III, niveau N 60, au Nord de la Grande Faille.*

Poche de dolomie (d) dans les gneiss fracturés.

FIG. 6. — *Carrière de kaolin de Marcognac, près St-Yrieix.*

Laccolite de pegmatite à oligoclase dans des gneiss schisteux. Epaisseur du laccolite environ 15 m.



Fig. 1.

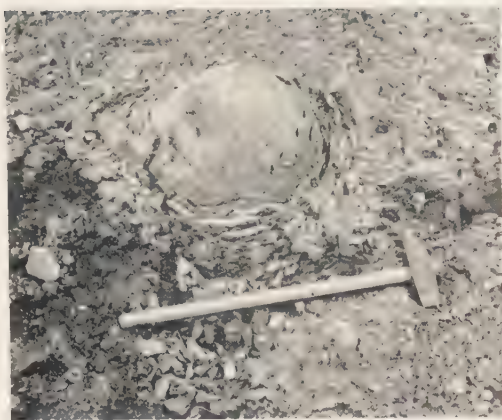


Fig. 2.



Fig. 3.

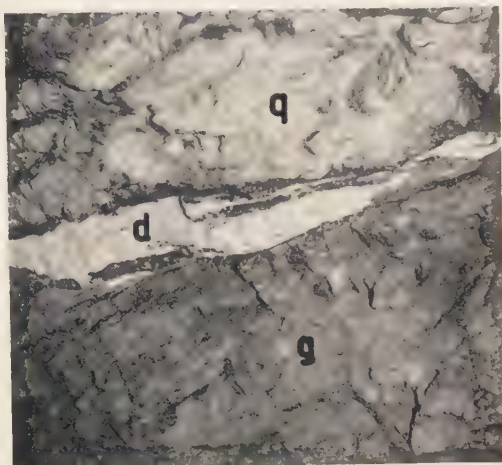


Fig. 4.



Fig. 5.

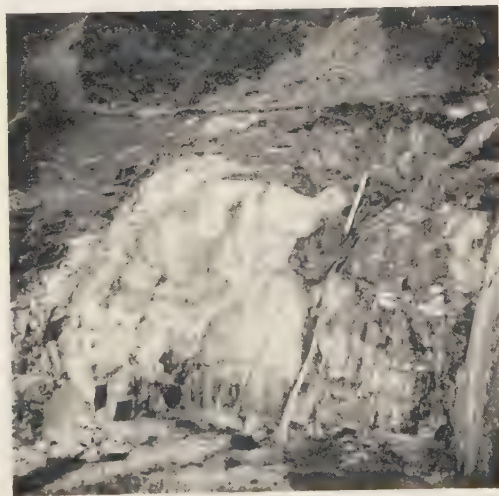


Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

FIG. 7. — *Gareillas III, niveau N 90 à 37 m 50.*

Filon de quartz de 80 cm de puissance, pendage 55° W.

1. Toit très net avec filonnets de dolomie.
2. Quartz du filon, riche en sulfures près du toit (gris clair), blanc et chargé en débris de roche encaissante près du mur (blanc).
3. Gneiss diaclasés du mur.

FIG. 8. — *Gareillas III, niveau N 90 à 38 m.*

Débris de roche encaissante provenant du quartz du mur. La forme du débris était lenticulaire (les « faces » de la lentille sont perpendiculaires au plan du papier).

1. Zone verte, en gneiss fortement séricitisé (« pegmatite »).
2. Zone rose, en gneiss faiblement altéré (« granulite »).
3. Zone de gneiss à biotite inaltéré.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III

- FIG. 9. *Gareillas III, niveau N 60 à 75 m.* Gross.=40, nicols croisés.
Ech. 247a. Quartz à sulfures aurifères.
- FIG. 10. — Même section que celle de la figure 9, mais en lumière naturelle.
- FIG. 11. *Gareillas I, provenance exacte inconnue.* Gross.=80, lumière naturelle.
Association typique de galène (g, blanche) et de calcite maclée (c, gris clair de diverses teintes), renfermant un cristal hexagonal de quartz (gris foncé).
- FIG. 12. — *Gareillas I, défilage N 55, distance 39 m, cote 43 m.* Gross.=800, lumière naturelle.
Ech. 245b.
Galène (g, gris clair) renfermant une inclusion d'or (au, blanc) associée à une inclusion de fahlerz (f, gris) et à une plage aciculaire de calcite (noire).
- FIG. 13. — *Gareillas III, niveau N 60 vers 70 m.* Gross.=300, lumière naturelle.
Ech. 67a.
Mispickel fracturé (m, blanc) dont les cassures sont remplies de galène (g, gris clair) et de fahlerz (f, gris).
- FIG. 14. — *Gareillas III, déblai de la fosse de l'Etang de Mars.* Gross.=300, lumière naturelle.
Ech. 487b.
Association typique chalcoppyrite (c, blanc) - fahlerz (f, gris), suivie par la galène (g, gris clair). En noir, la gangue de quartz renfermant des débris de mispickel (blanc et dur).
- FIG. 15. — *Gareillas III, niveau N 60 à 75 m.* Gross.=80, lumière naturelle.
Ech. 374c.
Jamesonite (j, gris clair) ou boulangérite remplaçant du mispickel (blanc éclatant, fort relief) et suivie par la galène (g, gris clair, arrachements triangulaires noirs).
- FIG. 16. — *Gareillas III, niveau N 60 à 75 m.* Gross.=125, lumière naturelle.
Ech. 374a.
Association typique entre la blende (b, gris) et la galène (g, blanc). Les deux renferment de fines aiguilles de jamesonite, qui sont visibles seulement dans la blende.

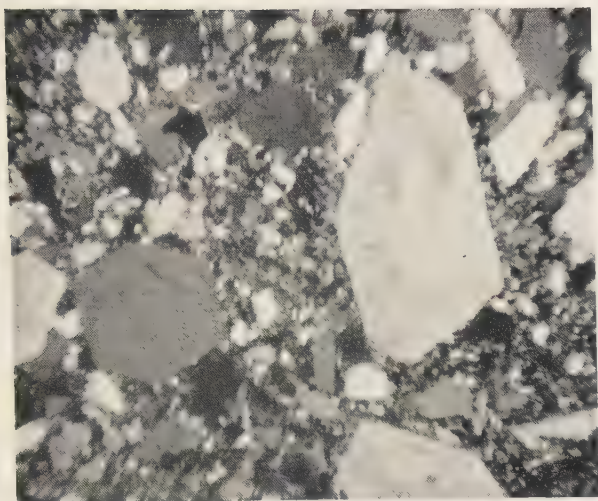


Fig. 9.

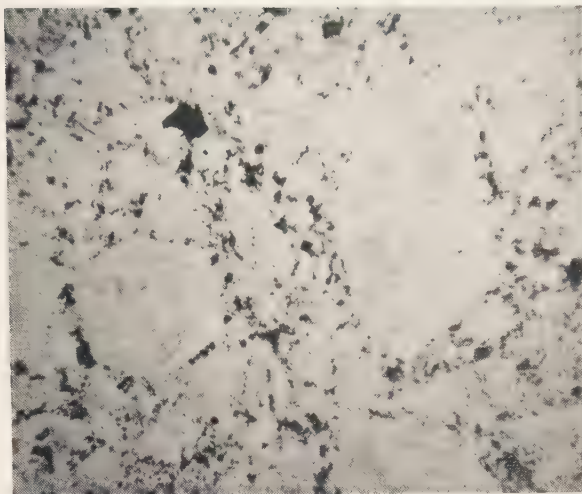


Fig. 10.

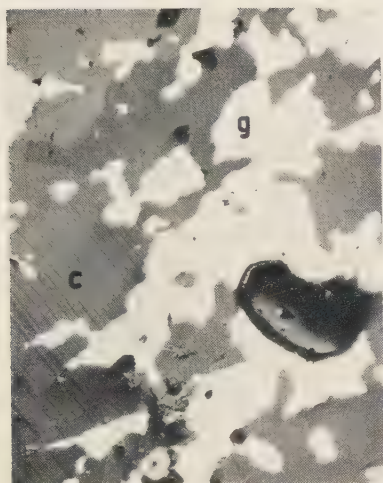


Fig. 11.



Fig. 12.

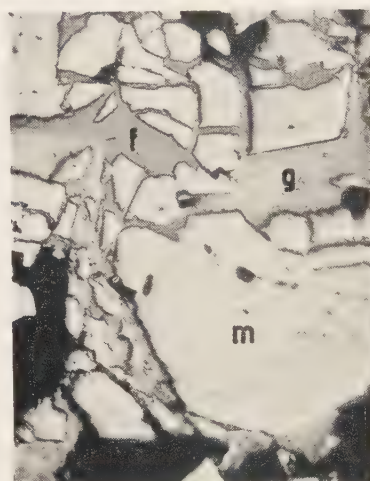


Fig. 13.

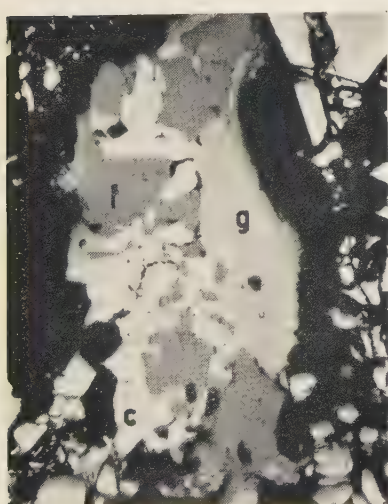


Fig. 14.

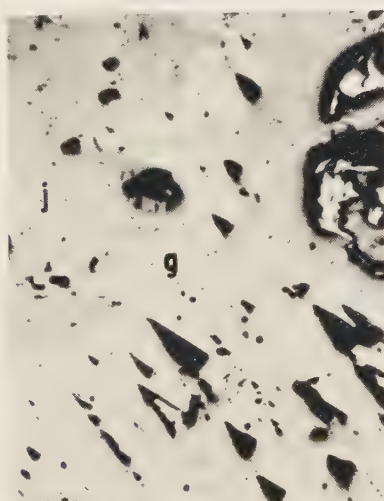


Fig. 15.



Fig. 16.

Planche IV.



Fig. 17.

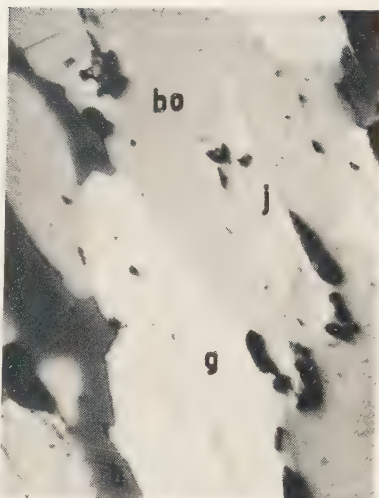


Fig. 18.

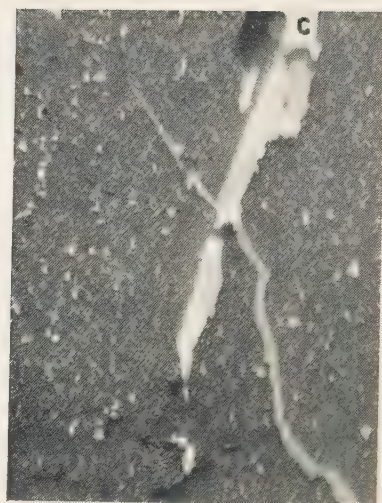


Fig. 19.

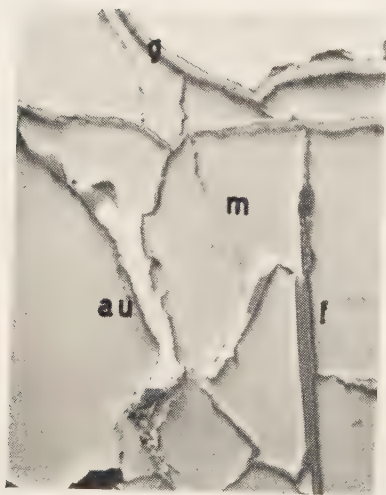


Fig. 20.

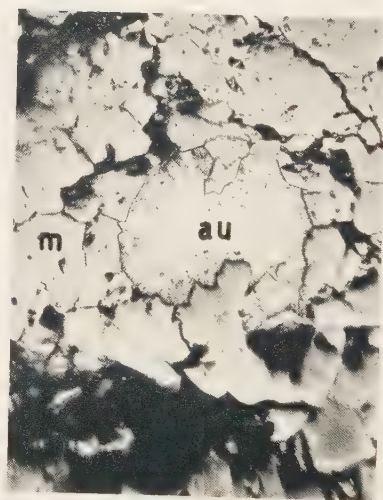


Fig. 21.



Fig. 22.

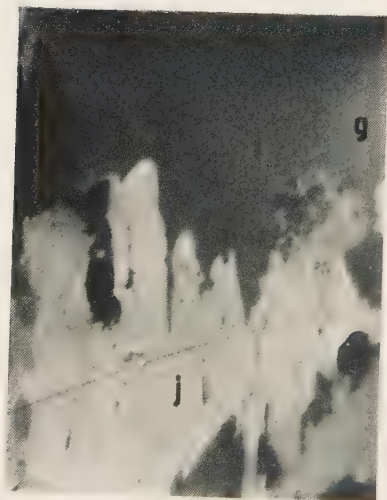


Fig. 23.



Fig. 24.

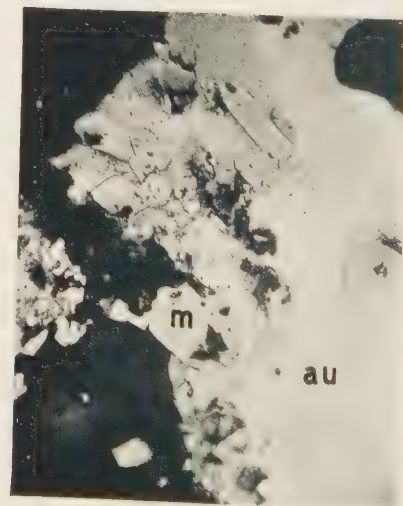


Fig. 25.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

- FIG. 17. — *Gareillas III, niveau N 60 à 75 m.* Gross.=300, lumière naturelle.
Ech. 374a.
Association galène (g, blanc) - aiguilles de jamesonite (j, gris clair) sélectivement remplacée par la blende (b, gris).
- FIG. 18. — *Gareillas III, niveau N 60 à 75 m.* Gross.=300, lumière naturelle.
Ech. 374a.
Association galène (g, blanc) - jamesonite (j, gris blanc) - bournonite (bo, gris) remplacée par la blende (b, gris foncé).
- FIG. 19. — *Gareillas III, cavalier de la fosse de l'Etang de Mars.* Gross.=900, lumière naturelle.
Ech. 487b.
Plage de blende (gris sombre) contenant un réseau orthogonal de fines inclusions de chalcoppyrite (blanche); une bande de blende, parallèle au bord inférieur de la photographie, est dépourvue d'inclusions. Le tout est recoupé par une veinule renfermant de la chalcoppyrite (c, blanche), de la galène (gris clair, arrachement triangulaire) et du fahlerz (gris), et par une veinule de fahlerz (gris).
- FIG. 20. — *Gareillas III, niveau N 60 vers 70 m.* Gross.=900, lumière naturelle.
Ech. 460b.
Plage de mispickel (m, gris blanc) dont les fissures contiennent de la galène (g, gris), du fahlerz (f, gris foncé) et de l'or (au, blanc éclatant).
- FIG. 21. — *Gareillas III, niveau N 90 à 40 m.* Gross.=300, lumière naturelle.
Ech. 478c.
Grain d'or (au, blanc rugueux) au sein d'un amas de cristaux de mispickel (m, blanc grisâtre).
- FIG. 22. — *Gareillas III, niveau N 60 à 75 m.* Gross.=125, lumière naturelle.
Ech. 374c.
7 particules d'or (au, blanc) dans une plage de jamesonite fibreuse (j, gris clair). En noir, le quartz. Il est à remarquer que les filaments d'or ne sont *pas* contenus dans les fissures remplies de quartz.
- FIG. 23. — *Gareillas II, zone à blende.* Gross.=125, nicols croisés.
Ech. 466a.
Galène (g, gris foncé) pénétrant entre des aiguilles de jamesonite (j, gris clair) dont les extrémités sont arrondies.
- FIG. 24. — *Gareillas II, provenance exacte inconnue.* Gross.=300, lumière naturelle.
Ech. 429.
Bournonite (b, gris) au contact de fahlerz (f, gris sombre) et de jamesonite souvent aciculaire (gris clair). Le tout renferme des débris de mispickel (blanc, fort relief).
- FIG. 25. — *Cheni, filon III, niveau 130.* Gross.=300, lumière naturelle.
Ech. 260b.
Débris anguleux de mispickel (m, gris blanc) dans un grain d'or (au, gris, rugueux). En noir la gangue de quartz.

LES GISEMENTS D'OR DE LA RÉGION DE SAINT-YRIEIX (Haute-Vienne, France)

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	5
INTRODUCTION. — LES GISEMENTS D'OR FRANÇAIS	7
Situation.	
Historique.	
Exploitation gallo-romaine.	
Autres témoins de l'industrie de l'or.	
Les gisements de la région de Saint-Yrieix.	

PREMIÈRE PARTIE

GÉOLOGIE

CHAPITRE I.	
APERÇU SUR LA GÉOLOGIE DU MASSIF CENTRAL FRANÇAIS	11
1. TERRAINS ANCIENS.	11
Les schistes cristallins.	
Les granites.	
2. PÉRIODE PERMO-CARBONIFÈRE	14
Les intrusions dinantiennes.	
L'orogénèse westphalienne.	
Le Stéphanién.	
La deuxième phase orogénique hercynienne.	
3. TEMPS SECONDAIRES ET TERTIAIRES	15
4. RÉSUMÉ	15
CHAPITRE II. — GÉOLOGIE DE LA RÉGION DE ST-YRIEIX . .	
1. GÉNÉRALITÉS	16
Situation du district aurifère.	
Etudes antérieures.	
2. DESCRIPTION DES ROCHES	18
Les schistes cristallins.	
Les roches éruptives.	
Discussion des observations de Leverrier.	
3. TECTONIQUE	33
Orientation des ectinites.	
Réseaux de fractures.	
4. RAPPORTS ENTRE LA GÉOLOGIE ET LA MORPHOLOGIE	35
5. CONCLUSIONS	36

DEUXIÈME PARTIE

MINÉRALISATION

CHAPITRE I. — LES GISEMENTS DES GAREILLAS	38
Situation.	
1. GÉOLOGIE DE LA CONCESSION	38
2. LE GISEMENT GAREILLAS I	39
Situation et travaux.	
Allure du filon.	
Nature de la roche encaissante.	
Nature du remplissage.	
Altération de la roche encaissante.	
La minéralisation.	
Chalcographie du minerai.	
Conclusions.	
3. LE GISEMENT GAREILLAS III.	51
Situation et travaux.	
Allure du filon.	
Nature de la roche encaissante.	
Nature du remplissage.	
Altération de la roche encaissante.	
La minéralisation.	
Chalcographie du minerai.	
Conclusions.	
4. LE GISEMENT GAREILLAS II	70
Situation et travaux.	
Allure du filon.	
La minéralisation.	
Conclusions.	
5. DISTRIBUTION DES TENEURS	73
Gareillas III.	
Gareillas I et II.	
Conclusions.	
6. MODE DE DÉPÔT DES FILONS DES GAREILLAS	78
Résumé de nos observations.	
Nature de la solution injectée.	
Dépôt du quartz et des sulfures.	
Dépôt de l'or.	
Variations de la minéralisation.	
Conclusions.	
7. TRAITEMENT DU MINERAI DES GAREILLAS	82
CHAPITRE II. — LE GISEMENT DE CHENI	83
Situation.	

1. GÉOLOGIE DE LA CONCESSION	83
Observations souterraines.	
Ectinites.	
Granites.	
Les failles.	
2. TRAVAUX D'EXPLOITATION.	87
3. ALLURE DES FILONS	87
Filon 1.	
Filon 2.	
Filon 3.	
La Bretelle.	
4. NATURE DU REMPLISSAGE	89
Le quartz.	
Les roches broyées.	
5. ALTÉRATION DE LA ROCHE ENCAISSANTE	89
6. LA MINÉRALISATION	90
Nature du minéral.	
Chalcographie du minéral.	
7. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS	93
8. TRAITEMENT DU MINÉRAI DE CHENI	94
CHAPITRE III. — LES GISEMENTS ABANDONNÉS	95
1. LA FAGASSIÈRE	95
Situation et travaux.	
Nature du remplissage.	
Nature de la roche encaissante.	
2. LA TOURNERIE	97
Situation et travaux.	
Nature du remplissage.	
3. CHAMPVERT.	98
Nature de la roche encaissante.	
Situation et travaux.	
Nature du remplissage.	
4. LA MINÉRALISATION	99
La Fagassière.	
La Tournerie.	
Champvert.	
Conclusions.	
5. AUTRES CONCESSIONS	100
6. CONCLUSIONS	101
CHAPITRE IV. — GENÈSE DES GISEMENTS DE ST-YRIEIX	103
1. CARACTÈRES DES GISEMENTS.	103
2. DÉVELOPPEMENT DE LA MINÉRALISATION	108
3. CONCLUSIONS	109
BIBLIOGRAPHIE	111

ANNOTATIONS DE LA FIGURE 5, PAGE 17.

ECTINITES.

1. Zone non métamorphique.
2. Zone des micaschistes supérieurs : Schistes.
3. Zone des micaschistes supérieurs : Porphyroïdes.
4. Zone des micaschistes inférieurs : Micaschistes à biotite.
5. Zone des gneiss supérieurs : Gneiss à deux micas et amphibolites.
6. Zone des gneiss supérieurs : Leptynites et amphibolites.

MIGMATITES.

7. Granite diadysique.
8. Embréchites.
9. Migmatites indéterminées.
10. Diorite diadysique.
11. Granite sub-autochtone.

ROCHES ÉRUPTIVES.

12. Granite intrusif.
13. Granite alcalin (granulite).
14. MYLONITES.

ACHEVÉ D'IMPRIMER SUR LES PRESSES
D'EUGÈNE MEYER, IMPRIMEUR A GENÈVE,
LE VINGT JANVIER MIL NEUF CENT
QUARANTE ET UN, POUR M. SEVENSMA,
DE ROTTERDAM (HOLLANDE).

